

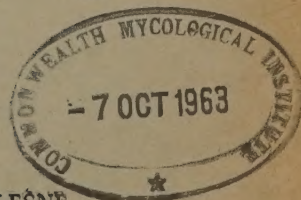
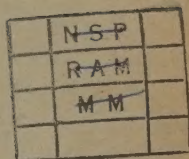
INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN W POZNANIU

PRACE NAUKOWE

Instytutu Ochrony Roślin

TOM I

Zeszyt 2



Warszawa 1959

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO ROLNICZE I LEŚNE

INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN W POZNANIU

PRACE NAUKOWE

Instytutu Ochrony Roślin

TOM I

Zeszyt 2

Warszawa 1959

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO ROLNICZE I LEŚNE

KOMITET REDAKCYJNY:

Prof. dr Władysław Węgorek — redaktor naczelny

Członkowie Komitetu:

Doc. dr Zofia Gołębiowska

Doc. dr Karol Mańka

Mgr Władysław Śliwiński

Adres Komitetu Redakcyjnego:

IOR, Poznań, ul. Grunwaldzka 189, tel. 654-12 i 626-26.

Redaktor techniczny:

E. Remiszewski

PWRIL 1959. Zarz. 2238. Nakład 1000 + 75 egz. Ark. wyd. 14,9, ark. druk. 11,125.
Papier drukowy III kl., 80 g, 70 × 100

Zakłady Graficzne RSW „Prasa”, Wrocław. Zam. 245. L-17

SPIS TREŚCI

Wstęp	7
Ogólne wiadomości o stoncy ziemniaczanej	10
Pochodzenie i historia stonki ziemniaczanej	20
Inwazja stonki ziemniaczanej	23
Stonka ziemniaczana w Polsce	43
Biologia stonki ziemniaczanej	57
Ekologia stonki ziemniaczanej	91
Znaczenie gospodarcze stonki ziemniaczanej i współpraca międzynarodowa w zakresie badań nad nią	121
Zwalczanie stonki ziemniaczanej	126
Streszczenie	151
Literatura	154
Streszczenie w jęz. angielskim	167
Streszczenie w jęz. rosyjskim	172
Spis tabel w jęz. rosyjskim	176
Spis rysunków w jęz. rosyjskim	176

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Вступление	7
Общая информация о колорадском жуке	10
Происхождение и история колорадского жука	20
Нашествие колорадского жука	23
Колорадский жук в Польше	43
Биология колорадского жука	57
Экология колорадского жука	91
Экономическое значение колорадского жука и международное сотрудничество в области его исследования	121
Борьба с колорадским жуком	126
Резюме	151
Литература	154
Резюме на английском языке	167
Резюме на русском языке	172
Перечень таблиц	176
Перечень рисунков	176

CONTENTS

Introduction	7
General Data Concerning Colorado Beetle	10
Origin and Historical Outline of Colorado Beetle	20
Colorado Beetle's Invasion	23
Colorado Beetle in Poland	43
Colorado Beetle's Biology	57
Colorado Beetle's Ecology	91
Economic Importance of Colorado Beetle and International Cooperation in the Sphere of Investigations on It	121
Colorado Beetle Control	126
Summary in Polish	151
Literature	154
Summary in English	167
Summary in Russian	172
List of tables and drawings in Russian	176

INSTYTUT OCHRONY ROŚLIN
ZAKŁAD BADANIA STONKI ZIEMNIACZANEJ, POZNAŃ

W. Węgorek

STONKA ZIEMNIACZANA (*LEPTINOTARSA*
DECEMLINEATA Say,)

WSTĘP

Spośród wielu szkodników roślin uprawnych — stonka ziemniaczana stała się w ostatnim stuleciu gatunkiem najgroźniejszym. Przyczyną tego jest nie tylko jej niezwykle rozprzestrzenienie się na całą Amerykę i Europę mimo wysiłków ze strony ludzi, lecz przede wszystkim zaatakowanie rośliny, której znaczenie gospodarcze jest wyjątkowe. Szczególnie w Polsce ziemniak jest rośliną bardzo szeroko uprawianą i wielostronnie użytkowaną.

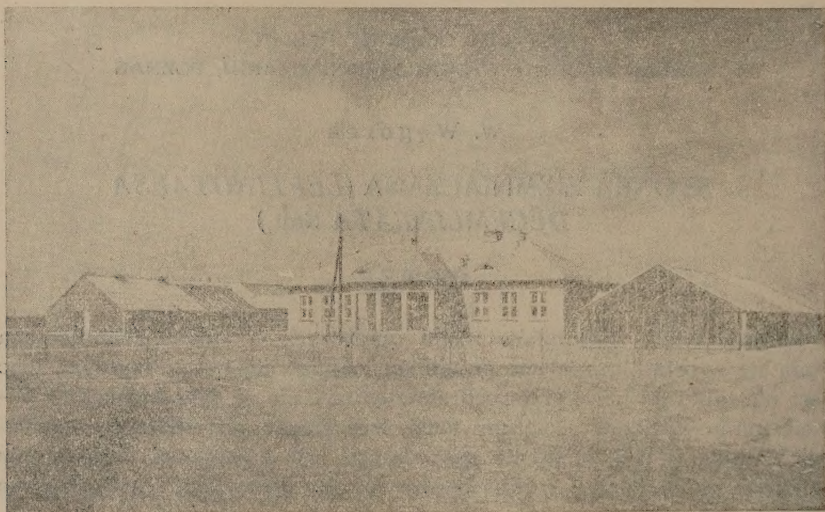
Toteż wtargnięcie stonki do Europy zaniepokoiło poważnie naszych naukowców, a bezpośrednie zagrożenie kraju przez inwazję stonki w 1950 r. zmusiło do wszechstronnego naukowego opracowania tego ważnego problemu. Wstępne badania nad stonką, prowadzone w bardzo prymitywnych warunkach *ad hoc* organizowanych punktów obserwacyjnych na terenie pierwszych ognisk stonki w latach 1947–1950 nie mogły, rzecz jasna wystarczyć do wyczerpującego wyjaśnienia biologii, ekologii, fizjologii i metod zwalczania szkodnika. Konieczne było utworzenie ośrodka naukowego, w którym można by zająć się wszechstronnie tym problemem.

Dzięki zrozumieniu ze strony czynników rządowych powstał w Poznaniu taki ośrodek w ramach Instytutu Ochrony Roślin. Zakład ten, mając do dyspozycji hale wegetacyjne, insektaria, laboratoria biochemiczne i punkty terenowe — mógł w stosunkowo krótkim czasie opracować podstawowe zagadnienia związane z problemem stonki ziemniaczanej.

Zakład ma kilka pracowni, w których rozwiązuje się poszczególne tematy.

1. Pracownia biologii i ekologii opracowuje całość zagadnień związanych z rozwojem stonki w różnych warunkach klimatycznych i żywieniowych oraz fizjologią szkodnika w zależności od różnych bodźców zewnętrznych i wewnętrznych.

2. Pracownia biocenotyczna znajdująca się w Turwi (powiat Kościan) bada związki zachodzące w biocenozie pól ziemniaczanych w wyniku



Rys. 1. Zakład Badania Stonki Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu. Widok insektarium i szklarni (fot. Szubert).

Institute of Research on the Colorado Beetle of the Institute of Plant Protection in Poznań. View of the insectarium and glass-house (phot. Szubert).

pojawienia się stonki oraz stwierdza, jakie konsekwencje wynikają z masowego stosowania trucizn owadobójczych. Oprócz tego pracownia ta rozpatruje możliwość biologicznej walki ze stonką.

3. Pracownia metod walki zajmuje się metodami agrotechnicznymi i toksykologicznymi. W zakresie agrotechniki opracowuje się metodę stosowania pól i pasów chwytnych, terminy sadzenia i sposoby pielęgnowania ziemniaków oraz obserwuje się zachowanie się różnych odmian ziemniaków w razie zniszczenia ich masy zielonej przez stonkę.

Prace toksykologiczne nastawione są przede wszystkim na wyjaśnienie przyczyn różnej odporności stonki na trucizny w cyklu życiowym szkodnika i ścisłe oznaczenie dawek letalnych i terminów stosowania trucizn.

4. Laboratorium biochemiczne bada specyfikę pożywienia stonki oraz biochemię stonki w różnych terminach jej cyklu życiowego. Daje to podstawy do ścisłej oceny populacji stonki i do wytłumaczenia przyczyn różnej śmiertelności w czasie zimowania, różnic w płodności i wrażliwości na trucizny.

Niektóre zagadnienia z zakresu zwalczania stonki rozwiązywane są w innych placówkach naukowych, związane są jednak z całością omawianego problemu.



Rys. 2. Wnętrze insektarium z hodowlą stonki w Instytucie Ochrony Roślin w Poznaniu (fot. Szubert).

The interior of the insectarium with breeding of the Colorado beetle in the Institute of Plant Protection in Poznań (phot. Szubert).

W tej monografii, omawiającej wiadomości o stonce, zostały uwzględnione najważniejsze osiągnięcia nauki polskiej. Jest to pewne podsumowanie wyników dotychczasowych prac naukowych nad stonką, wykonanych w Zakładzie w ciągu ostatnich lat.

Wszystkim moim Współpracownikom naukowym i technicznym, którzy swą pracą umożliwili rozwiązanie wielu istotnych i nowych zagadnień, składam serdeczne podziękowanie.

OGÓLNE WIADOMOŚCI O STONCE ZIEMNIACZANEJ

STANOWISKO SYSTEMATYCZNE I NAZWY W RÓŻNYCH JĘZYKACH

Pierwszą naukową wzmianką o stoncy ziemniaczanej jest jej opis podany przez Tomasza S a y a w roku 1824. Entomolog ten znalazł chrząszcze stonki na dzikich *Solanaceae* w górnej dolinie Missisipi i opisał jako nowy gatunek *decemlineata* Say zaliczając go do rodzaju *Chrysomela* w rodzinie stonkowatych *Chrysomelidae*. Rogers w roku 1856 wcielił stonkę ziemniaczaną do podrodzaju *Doryphora* wprowadzonego przez Oliviera. W roku 1874, jak podaje Riley (1876), Genniger i Harold zaliczyli ją do rodzaju *Leptinotarsa*. Poza tym były proponowane i inne nazwy.

Bourgeois podaje następujące synonimy:

Chrysomela decemlineata (Say 1824),

Doryphora decemlineata (Rogers 1856),

Polygramma (Chev.) *decemlineata* (Melsheimer 1853),

Myocorina (Stål.) *decemlineata*,

Leptinotarsa (Stål.) *decemlineata*.

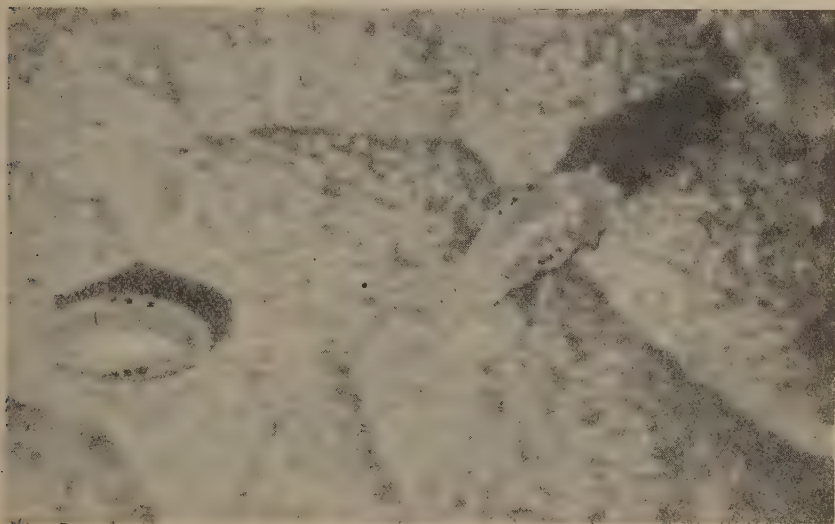
W różnych krajach stonka ma różne nazwy. U nas najczęściej używanym terminem jest stonka ziemniaczana, rzadziej — chrząszcz kolorado. W Anglii, Kanadzie i USA przyjęła się nazwa colorado potato beetle, w Belgii, Francji i Szwajcarii — le doryphore de la pomme de terre, w Holandii — coloradokever, w Czechosłowacji — mandelinka bramborová, w Austrii i Niemczech — Kartoffelkäfer lub rzadziej Coloradokäfer, w Hiszpanii — escarabio del colorado lub escarabio della patata, na Węgrzech — kolorádó burgonyabogár, w Rumunii — Gandacul de Colorado, w Związku Radzieckim — Kołoradskij kartofielnyj żuk lub krócej — kołoradskij żuk. B o g d a n o w - K a t k o w (1947) proponował nazwę kartofielnyj listojed, jak nam wiadomo, nazwa ta do dziś się nie przyjęła. We Włoszech stonka zwana jest doryfóra della patate, w Szwecji — Koloradoskalbaggen, a w Danii — Koloradobiller.

MORFOLOGIA

J a j o. Jaja stonki ziemniaczanej mają kształt wydłużony, owalny, na wierzchołkach zaokrąglony. Długość ich waha się w granicach od 1,5 do ponad 2 mm, najczęściej 1,8 mm, szerokość 0,6–1 mm, przeważnie 0,8 mm. Barwę mają z niewielkimi odchyleniami od jasnożółtej do jasnopomarańczowej. Świeżo złożone jaja są intensywnie zabarwione, po kilku dniach

matowieją, a w partiach wierzchołkowych nabierają jaśniejszego, błyszczącego zabarwienia. Jaja, w których rozwój embrionalny z jakichkolwiek przyczyn nie następuje, nabierają barwy ciemniejszej, powoli przechodzącej w jasnobrązową, powierzchnia ich marszczy się i kurczy. Jaja uszkodzone, np. nakłute lub nadgryzione pokrywają się płynną treścią wewnętrzną, a ich chorion marszczy się i zagina.

Jaja zdrowe utrzymują cały czas turgor i połysk, a w ostatnich dniach przed wylęgiem widoczne są przeświecające czarne punkty; są to bro-



Rys. 3. Jajo stonki na krótko przed wylęgiem (widoczne są czarne brodawki na bokach tułowia larwy) (fot. Szubert).

The egg of the Colorado beetle shortly before hatching (black warts are seen on the sides of the thorax of the larva) (phot. Szubert).

dawki grzbietowe z kolcami na tułowie formującej się larwy (rys. 3). Samice składają jaja w złożach dość foremnych, przyklejając je do podłoża w pozycji pionowej ściśle jedno obok drugiego (rys. 4). Młode samice rozpoczynające dopiero produkcję jaj oraz samice stare w końcowym okresie płodności, ewentualnie okazy chore, składają jaja nieregularnie, pojedynczo. Często jaja nie są przyklepane pionowo, lecz leżą na liściu, takie jaja najczęściej się nie rozwijają.

W polu jaja stonki ziemniaczanej są nieraz brane za jaja biedronek i na odwrót. Watzl i Böhm (1951) podają dokładny opis zewnętrznego wyglądu jaj stonki i biedronki siedmiokropki. Exochorion jaj stonki

po usunięciu pokrywającego go kitu jest gładki, natomiast u biedronki siedmiokropki widać przy dużym powiększeniu delikatną strukturę z małych kropelek tłuszczu. Poszczególne kropelki mają wielkość 0.9—1,7 mikrona.

Larwa. Uformowana larwa rozrywa chorion za pomocą kolców, których dwie pary znajdują się na jej grzbiecie (rys. 5) i wydostaje się



Rys. 4. Złóże jaj stonki (fot. Szubert).

The eggs of the Colorado beetle (phot. Szubert).

na zewnątrz. Jest ona w tym czasie niewybarwiona i ma kolor jasnokremowy, gdyż spod niestwardniałej osłony ciała prześwieca niestrawione jeszcze żółtko. Po kilku godzinach larwa nabiera charakterystycznej dla niej czerwonej barwy. Puszka głowowa i tarczka grzbietowa są lśniąco-czarne. Po bokach ciała, blisko dolnej linii znajdują się po 2 plamki czarne na każdym segmencie. Ciało larwy jest lekko wilgotne i lepkie. Kształt larwy jest bardzo charakterystyczny: spód ciała jest płaski, strona grzbietowa silnie wypukła i rozdęta przede wszystkim w środkowej części odwłoka, głowa mała skierowana aparatem gębowym do dołu (rys. 6). Długość ciała wynosi od 1,5 mm zaraz po wylęgu do około 1,5 cm w końcowej fazie żerowania.

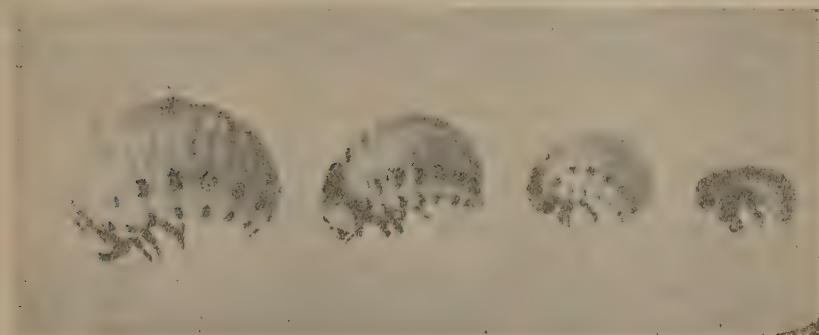
W okresie żerowania larwa linieje 3 razy, czwarty zaś raz w ziemi przy przepoczwarczeniu i w związku z tym przechodzi 4 larwalne stadia

rozwójowe oznaczane jako L_1 , L_2 , L_3 i L_4 . W okresie wzrostu zmienia się nieco kształt ciała, zachowując jednak w zasadzie podany obraz, barwa zmienia się z początkowej czerwonej lub malinowej na jasnopomarańczową. W niektórych wypadkach larwy mogą posiadać barwę brudnokremową, z mniej lub wyraźniej intensywnym odcieniem różowym. Takie



Rys. 5. Młoda larwa z kolcami do przerywania osłony jajowej (wg Jermy—Sáringera).

A young larva with thorns for piercing the cover of the egg (acc. Jermy—Sáringera).

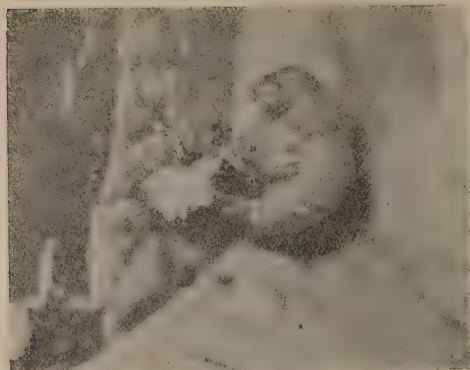


Rys. 6. Larwy stonki w czterech stadiach rozwojowych (fot. Szubert).
Larvae of the Colorado beetle in four development stages (phot. Szubert).

niedobarwienie obserwuje się najczęściej w okresie nie sprzyjającym rozwojowi (pogoda chłodna i dżdżysta, późna jesień, sztuczne warunki hodowli itp.). Na krótko przed każdym linieniem larwa staje się nieco jaśniejsza, lśniąca i gładka, co jest wynikiem odstawania starej skórki. Natychmiast po zrzuceniu starej osłony ciała ukazująca się larwa ma za-

barwienie jednolicie koralowe, bez śladu czarnych plamek, dopiero po upływie kilku godzin nowa osłona ciała uzyskuje normalne zabarwienie.

Linienie odbywa się na miejscu żerowania. Larwa liniejąca przyczepia się końcem odwłoka do liścia i wypręża ciało ku przodowi celem rozer-



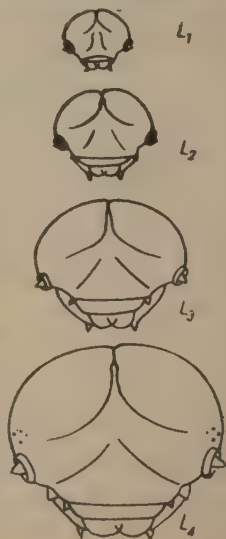
Rys. 7. Linienie larwy (fot. Szubert).
Moulting of the larva (phot. Szubert).

wania starej osłony, która pęka wreszcie na głowie i grzbiecie (rys. 7). Wylinka pozostaje na miejscu, wskazując po zejściu larwy z rośliny miejsce żerowania.

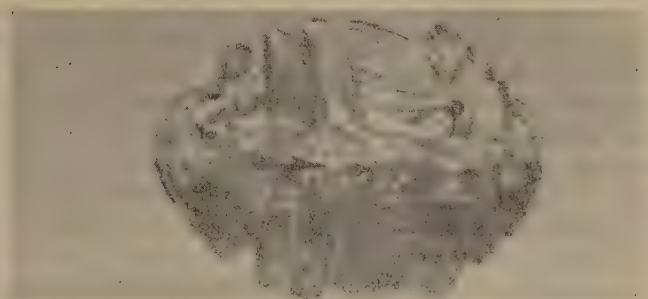
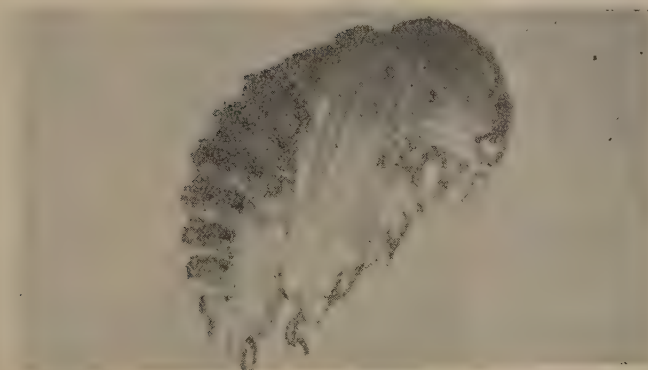
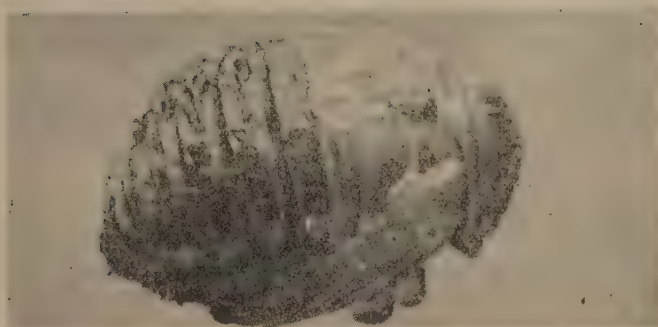
Watzl (1947) podaje jako podstawę rozróżnienia poszczególnych stadiów larwalnych rozmiary puszki głowowej (rys. 8) oraz wygląd tarczki grzbietowej, uznając słusznie, że długość ciała stanowi niepewne kryterium. Puszka głowowa wynosi: dla L_1 0,5–0,6 mm, L_2 0,8–1,1 mm, L_3 1,3–1,7 mm oraz L_4

2,0–2,5 mm. Tarczka grzbietowa w L_1 jest prawie tak szeroka jak puszka głowowa w L_3 , nieco większa od głowy z jaśniejszym brzegiem, w L_4 tarczka grzbietowa w przedniej swej części jest brunatnożółta, odgraniczona zębatą linią od tylnej, czarnej części.

Poczwarka. Dorosła larwa (rys. 9) schodzi do gleby i na niewielkiej głębokości (najczęściej 3–8 cm), zmieniającej się w zależności od typu gleby, tworzy kolebkę i w niej skulona pozostaje kilka dni. Następnie linieje ostatni raz, ukazując się w postaci niczym nie osłoniętej poczwarki. W wyjątkowych wypadkach przepoczwarczenie może nastąpić na powierzchni gleby u nasady łętotów. Poczwarka ma zabarwienie jednolicie pomarańczowoczerwone. Wielkość poczwarki wynosi około 8–10 mm. Na stronie brzusznej widać wy-



Rys. 8. Rozmiary puszki głowowej larw stonki w różnych stadiach rozwojowych (wg Jermy-Sáringera)
Dimensions of the head of the larva of the Colorado beetle in different development stages (Jermy-Sáringera)

*a**b**c*

Rys. 9. Poczwarzka stonki od strony brzusznej (a), bocznej (b), i grzbietowej (c)
(fot. Szubert).

Chrysalids of the Colorado beetle from the abdomen (a), from the side (b) and from
the back (c) (phot. Szubert).

rażnie czułki i nogi owada dorosłego przylegające do ciała, na głowie oczy i aparat gębowy. Poczwarka zaniepokojona wykonuje ruchy końcem ciała.

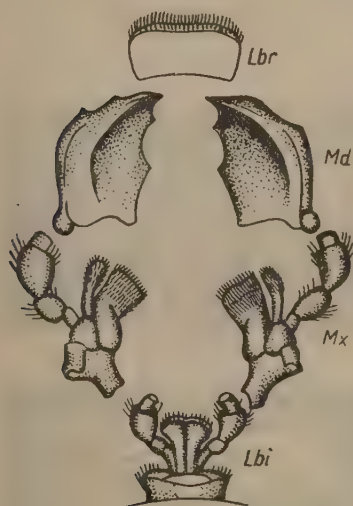
Owad dorosły (imago). Stonka ziemniaczana jest chrząszczem o wymiarach: 9–12 mm długości i 6–7 mm szerokości. W wyjątkowych wypadkach wielkość chrząszczy jest znacznie mniejsza — około 5 mm, przyczyną tego może być głodowanie larw (rys. 10). Kształt ciała jest owalny, od dołu płaski, po stronie grzbietowej silnie wypukły. Barwa zasadnicza jest żółtopomarańczowa, głowa i przedplecze nieco ciemniej-



Rys. 10. Zmienność w wymiarach ciała chrząszczy stonki (fot. Szubert).
Variableness of the body's dimensions of the Colorado beetle (phot. Szubert).

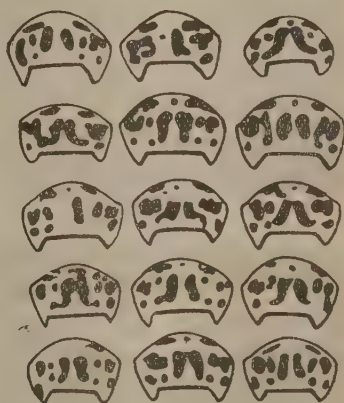
sze, pokrywy jaśniejsze, każda pokrywa ma 5 czarnych, podłużnych pasków. Głowa z aparatem gębowym typu gryzącego skierowana jest do dołu i silnie wciągnięta w przedtułowię. Jest ona jasna z trzema ciemnymi plamkami, z których środkowa o kształcie sercowatym położona jest na czole, dwie inne, owalne, leżą na bokach głowy. Oczy złożone mają kształt nasien bobu, przyoczek brak. Czułki są paciorkowate, 12-członowe, osadzone pod oczami w zagłębieniach czułkowych. Pięć pierwszych członów czułkowych jest zabarwione jasno, pozostałe są ciemne.

W aparacie gębowym (rys. 11) silnie rozwinięte są szczęki górne w kształcie płytek chitynowych opatrzonych na wewnętrznych krawędziach w 3 ząbki. Żuwki zewnętrzna i wewnętrzna są silnie owłosione. Głaszczek szczękowy jest czteroczłonowy, głaszczek wargowy — trzyczłonowy. Ostatnie człony głaszczków szczękowych i wargowych są ciemno zabarwione. Przedplecze jest wypukłe, węższe od nasady skrzydeł i ma kilka plam różnego kształtu i w różnym układzie. Plamki środkowe układają się najczęściej w kształcie litery V, rzadziej H, pozostałe plamki rozrzucone są po całej powierzchni przedplecza (rys. 12).



Rys. 11. Aparat gębowy chrząszcza stonkit *Lbr* — wargę górną, *Md* — szczęki górne, *Mx* — szczęki dolne, czyli żuwaczki, *Lbi* — wargę dolną (oryg.).

Mouth apparatus of the Colorado beetle: *Lbr* — upper lip, *Md* — upper mandibles, *Mx* — lower mandibles, *Lbi* — lower lip (orig.).

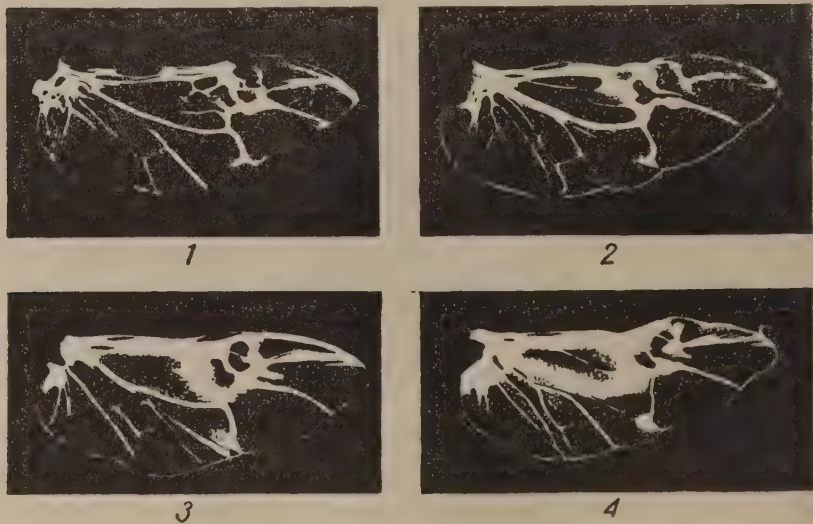


Rys. 12. Zmienność rysunku przedplecza chrząszczy (wg Jermy—Sáringera).

Variableness of the design of the prothorax of the beetle (Jermy—Sáringera).

Sternity tułowiowe mają barwę jasną i są pokryte rzadkimi, jasnymi włoskami. Na zapiersiu znajdują się duże, ciemne plamy przed panewkami biodrowymi. Tarczka grzbietowa ma kształt trójkąta o barwie jasnobrązowej.

Skrzydła pierwszej pary przekształcone w pokrywę są silnie schitynizowane i szczelnie przykrywają ciało. Czarne paski są obramowane rzędami małych wgłębionych punktów. Nasada pokryw ma wąskie, czarne obramowanie. Skrzydła błoniaste drugiej pary są dobrze rozwinięte i w stanie spoczynku wielokrotnie złożone wzdłuż i w poprzek. Barwa tej pary skrzydeł zmienia się w ciągu życia owada i stanowi dzięki temu dość pewne kryterium do oceny wieku chrząszczy (Dunn 1948 i 1951). U świeżo wyłęgłych chrząszczy skrzydła błoniaste mają zabarwienie jasnokremowe, lekko przydymione, a z biegiem czasu (po około tygodniu) nabierają odcienia różowego, a po dalszych 2 tygodniach przechodzą w barwę zdecydowanie czerwoną, prawie karminową. Żyłki są żółte, a następnie ciemnobrązowe (rys. 13).



Rys. 13. Zmienność zabarwienia skrzydeł błoniastych w miarę ich starzenia. Barwa jasna oznacza kolor czerwony (wg Jermy—Sáringera).

Variableness of tinting of the membranous wings of the beetles in proportion as they grow old. Light colouring means red colour (Jermy—Sáringera).

Chrząszcz ma nogi o 4-członowych stopach zakończonych dwoma prostymi, niezrośniętymi pazurkami, trzy pierwsze człony są od spodu owłosione. Barwa nóg jest jasna, stopy czarne — stąd przynależność do rodzaju *Leptinotarsa* (tzn. o czarnych stopach).

Odwłok składa się z 7 segmentów. Na widocznych sternitach znajdują się po 4 czarne plamki, tylko na ostatnim sternicie jest ich 2. Zakończenie odwłoka stanowi podstawową cechę rozpoznawczą płci stonki ziemniaczanej. Samce mają na ostatnim widocznym sternicie wyraźne wgłębienie rozszerzone ku tyłowi, u samic ostatni widoczny sternit jest gładki (rys. 14). Oprócz tego na brzegu ciała znajduje się bruzdka, która u samców rozszerza się, u samic zaś zwęża się w partii środkowej. Wreszcie



Rys. 14. Samiec (po lewej) i samica (po prawej); u samca widać na ostatnim sternicie wgłębienie, którego u samicy brak (fot. Szubert).
The male (at the left) and the female (at the right), one sees on the male's last sternite a cavity which the female has not (phot. Szubert).

trzecim kryterium rozróżnienia płci jest budowa zakończenia odwłoka. Po rozchyleniu segmentu VII (przez naciśnięcie igłą preparacyjną) widać u samic w końcowym wgłębieniu cały segment VIII oraz sternit IX segmentu odwłokowego. U samców natomiast widać tam tylko tergity segmentu VIII. Prócz tego u samców VII segment odwłoka ma wewnątrz od strony brzusznej 2 ciemne, chitynowe wyrostki.

POCHODZENIE I HISTORIA STONKI ZIEMNIACZANEJ

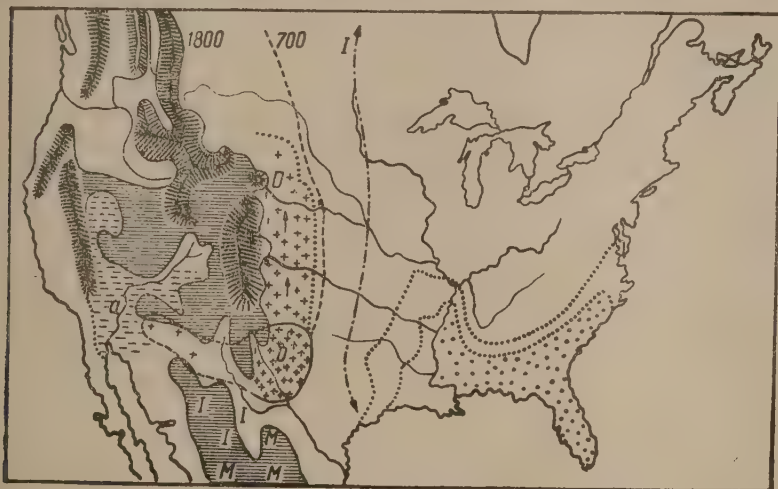
Jak wspomniano w poprzednim rozdziale, stonka ziemniaczana została zauważona po raz pierwszy w stanie Colorado. Nie była to jednak jej pierwotna ojczyzna. Już Riley w roku 1876 ustalił, że stonki ziemniaczanej nie należy uważać za element miejscowej fauny stanów Colorado czy Nebraska, gdzie również ją zauważono, lecz za świeżego przybysza z okolic bardziej południowych. Autor ten sprecyzował nawet przypuszczenie, podając jako pierwotną ojczyznę stonki dolinę między Monte Noire a granicą meksykańską. Przemieszczanie się chrząszczy było spowodowane przesuwaniem się na północ ich roślin żywicielskich, tj. *Solanum rostratum* Dunal oraz *S. cornutum* Lam. Kolczaste nasiona tych roślin, łatwo przyczepiające się do sierści zwierząt, były roznoszone przez wędrujące stada, przede wszystkim bizonów.

Wcześniejszą historię stonki ziemniaczanej podaje Tower w szeregu swych prac opublikowanych w latach 1900, 1906 i 1918. W skrócie wygląda ta historia następująco. Liczne formy rodzaju *Leptinotarsa* zamieszkiwały strefę neotropikalną — mianowicie Amerykę Środkową oraz północną część Ameryki Południowej. W epoce cofania się lodowców nastąpiło przemieszczenie się w kierunku północnym wielu form, które ustaliły swój zasięg na południu obszaru neoarktycznego (Meksyk i południowa część Stanów Zjednoczonych). Przypuszczenia te są zupełnie realne, gdyż wiele analogicznych i udowodnionych przemieszczeń było wśród innych zwierząt stwierdzone. Nowy teren opanowany przez gatunki rodzaju *Leptinotarsa* obejmował trzy zasadnicze obszary geograficzne, znacznie różniące się między sobą warunkami klimatycznymi. Były to: wybrzeże meksykańskie Oceanu Spokojnego, „Stół Meksykański“, obejmujący wysoką równinę i wybrzeże Zatoki Meksykańskiej. Na tych trzech obszarach rozlokowały się trzy różne grupy gatunków rodzaju *Leptinotarsa*. Gatunek interesujący nas, tj. *Leptinotarsa decemlineata*, należy do grupy środkowej, a więc grupy osiadłej na „Stole Meksykańskim“ (rys. 15). Cechą charakterystyczną tej grupy były małe wymiary chrząszczy oraz występowanie licznych drobnych plamek pigmentowych na powierzchni ciała. Typową formą grupy jest *L. multitaenata* St., za czym przemawia jej centralne rozmieszczenie w zajmowanym areale oraz największe rozmiary ciała chrząszczy, należących do tej grupy. Gatunek ten na południu łączy się z *L. undecimlineata*, a na północy z *L. decemlineata*.

Właściwym więc miejscem, skąd wyszła stonka, byłby obszar ograniczony na wschodzie przez Góry Skaliste i pustynię Wschodniego Texasu, rozciągający się wzdłuż obecnych Stanów: Nowego Meksyku, Texasu

i Arizony. Na 43 formy główne rodzaju *Leptinotarsa*, które ustalili Tower (1918), *decemlineata* była najbardziej oddalona od centrum rozmieszczenia swej grupy i sięgała w najbardziej oddalone od pierwotnych warunki klimatyczne, oprócz tego była ona jedyną, która nie przekroczyła na południu obecnej granicy między Meksykiem a Stanami Zjednoczonymi.

Najbliżej spokrewnionymi z *L. decemlineata* są według Trouvelota (1936) następujące formy: *L. juncta* (wraz z formą *texana*), *L. tu-*



Rys. 15. Pierwotne rozmieszczenie stonki ziemniaczanej i gatunków pokrewnych w Ameryce. D — stonka ziemniaczana, J — *Leptinotarsa juncta*, I — *L. intermedia*, M — *L. multitaeniata* (wg Trouvelota).

Original distribution of the Colorado beetle and related species in America. D — Colorado beetle, J — *Leptinotarsa juncta*, I — *L. intermedia*, M — *L. multitaeniata* (Trouvelot).

manoca, *L. undecemlineata*, *L. panamensis*, *L. diversa*, *L. angustivittata*, *L. signaticollis*, *L. multitaeniata* (wraz z formą *intermedia variabilis*), *L. oblongata* i *L. rubicunda*.

Najbardziej zbliżona do *L. decemlineata* jest *L. multitaeniata* wraz z formą *intermedia*, różniąc się jednak obszarem przebywania, zasiedlając wyłącznie wysokie równiny o stosunkowo małej sumie rocznych opadów, okresy suszy przebywają chruszczę tego gatunku w odrętwieniu. Inne gatunki wymienione poprzednio mają bardzo ograniczony zasięg rozmieszczenia. Jest rzeczą charakterystyczną, że obszary zajmowane przez poszczególne gatunki nie są wspólne, lecz tylko stykają się ze

sobą. Wskazuje to, że formowanie się tych gatunków pozostawało w ścisłym związku z kompleksem warunków otoczenia. Tower (1918) dochodzi na podstawie tych badań do wniosku, że jeśli te poszczególne gatunki i formy powstały w wyniku mutacji, a ich obecne rozmieszczenie było wynikiem segregacji, to należy uznać za szczególny zbieg okoliczności, że gatunki stanowiące etapy w ontogenicznym różnicowaniu zajmują obszary będące również etapami w różnicowaniu rozmieszczenia.

Innymi słowy, formy najpierwotniejsze zamieszkują centrum zasięgu rodzaju *Leptinotarsa*, a nowsze formy rozmieszczone są na peryferiach. W tym świetle gatunek *L. decemlineata* okazuje się szczególnie plastycznym i można sądzić, że cechuje go wielka wrażliwość na oddziaływanie środowiska.

Nasuwa się pytanie, czy w związku z tak nagłym i szybkim poszerzeniem zasięgu stonki ziemniaczanej i zmianami jej środowiska nie zachodzą w niej dalsze zmiany, które doprowadzić mogą do powstawania form jeszcze groźniejszych dla upraw ziemniaczanych. Wydaje się rzeczą logiczną, że obecne rozprzestrzenianie się *L. decemlineata* na tereny silnie zróżnicowane klimatycznie sprzyja dalszym transformacjom tego gatunku. Badania na ten temat prowadził z wielkim nakładem pracy Tower (1900, 1906, 1917, 1918) w okresie, gdy gatunek ten w szybkim pochodzie opanowywał kontynent Ameryki Północnej. Gromadził on obfite materiały z różnych, odległych punktów występowania owada, równolegle hodował tysiące osobników w ciągu kilku lat. Jak podaje Guyenot (1930), Tower w tych badaniach doszedł do negatywnych rezultatów. Na 207 891 zbadanych osobników znalazł on 118 mutantów, jednakże materiał zebrany należy uznać za niepewny. Wykryte w naturze mutanty ukazywały się na nowo w hodowli z częstotliwością 1 mutant na około 6000 wyhodowanych osobników. W ostatecznym rezultacie nie został wykryty żaden wariant ustalony, mający większy zasięg w naturze. Przemiany zachodzące w łonie gatunku *L. decemlineata* są dwóch rodzajów. Jedne — dość liczne — tworzą się pod wpływem warunków środowiska i dotyczą cech zewnętrznych, nie dziedziczących się w potomstwie, oraz drugie — mutanty właściwe, również powstające przypuszczalnie pod wpływem otoczenia, podlegające prawom dziedziczenia. Wszelkie obserwowane przez Towera mutacje nie wykazywały jakiegось wyraźnego kierunku i były likwidowane w selekcji naturalnej.

Negatywne wyniki badań Towera nad zmiennością *L. decemlineata* nie dowodzą, rzecz jasna, że zmiany takie nie odbywają się i że różnorodne środowiska, w jakich owad ten przebywa, nie odgrywają żadnej roli. W badaniach Towera decydujący wpływ na wynik mógł mieć czynnik czasu. Trzeba bowiem pamiętać, że lata, w których prace te wykonywano, tj. 1894—1904 stanowiły tylko początek masowego rozmnażania

się stonki ziemniaczanej od przejścia owada z *S. rostratum* na *S. tuberosum* upłynęło zaledwie pół wieku.

Zjawiska, które nie mogły uzewnętrznić się w tak krótkim czasie mogą mieć miejsce obecnie czy w latach następnych. Potwierdzeniem tego faktu może być znajdowanie w terenie form melanicznych, np. osobników całkowicie czarnych, które znaleziono również w roku 1956 w okolicach Poznania. O licznych podobnych faktach znajdowania form melanicznych donoszą inni autorzy europejscy, jak Weber (1950), Kaplaneanek (1953) i Machatschke (1953).

Faber (1957) zajmował się szczegółowo zagadnieniem melanizmu u stonki. Stwierdził on w hodowlach, że cecha czarnego zabarwienia jest recesywna w dziedziczeniu. W krzyżówkach powtórnych (forma czarna \times mieszaniec lub mieszaniec \times mieszaniec) ilość form czarnych wypadła zawsze poniżej teoretycznie przewidywanej. Przyczynę tego zjawiska widzi autor w mniejszej żywotności stadiów młodocianych u form czarnych.

Okazy czarne mają całą osłonę ciała, z wyjątkiem dolnej strony pokryw, błyszcząco czarne. Larwy chrząszczy czarnych nie wykazują żadnych różnic w porównaniu z larwami normalnymi.

Badania genetyczne nad *L. decemlineata* mogą więc dostarczyć bardzo istotnych i ważnych materiałów na temat mechanizmu powstawania ras i zmienności gatunku.

INWAZJA STONKI ZIEMNIACZANEJ

UWAGI WSTĘPNE

Fakt, że z wielu pokrewnych gatunków tylko *L. decemlineata* tak gwałtownie i silnie rozmnożyła się po zetknięciu z nową rośliną żywicielską, tj. z ziemniakiem, był i jest zagadką dla wszystkich entomologów. Jeden z pierwszych amerykańskich badaczy tego gatunku Riley (1876) pisze: „Spostrzegliśmy wyjątkową witalność *Doryphora 10-lineata*, lecz nie możemy jej wyjaśnić. Dlaczego *D. 10-lineata* opanowała kraj i stała się klęską, gdy jej krewniak zaledwie dostrzegalny, *D. juncta*, żywiąc się tym samym rodzajem roślin, wykazał niezdolność do adaptacji i pozostał obojętny.“

Szerokie rozprzestrzenienie ziemniaków dawało te same możliwości rozwoju innych gatunkom, a przede wszystkim takim, jak *L. juncta*, *L. intermedia* i *L. multitaeniata*, których obszar przebywania niewiele różnił się swymi warunkami od pierwotnego obszaru przebywania *L. decemlineata*. Z wymienionych gatunków (pomijając *decemlineata*) tylko

L. multitaeniata wydaje się być zdolna do rozwoju na ziemniaku, jednakże taka zmiana pożywienia nie powoduje u niej żadnych następstw biologicznych i nie odbija się ujemnie na uprawie ziemniaka.

W obecnym stanie naszych wiadomości o stoncy ziemniaczanej musimy zadowolić się tłumaczeniem, że istota następstw zetknięcia się owada z nową rośliną żywicielską leży w charakterze samego szkodnika.

Mając o wiele mniej ściśle określone, w porównaniu z gatunkami pokrewnymi, wymagania klimatyczne i pokarmowe, zdołała stonka ziemniaczana wyciągnąć wszystkie korzyści wynikające z obfitości i jakości nowego pożywienia. Wysoka plastyczność ekologiczna wydaje się być główną przyczyną prężności biologicznej stonki. Równoległe z tym — wyraźny brak skłonności do zmian morfologicznych pozwala jej — mimo wielkich zmian zasięgu — pozostać sobą zarówno na terenach pierwotnego rejonu występowania, jak i w nowo zdobytych krajach.

Dokładnych informacji o dacie pierwszego zetknięcia się stonki ziemniaczanej z ziemniakiem nie mamy. Na podstawie jednak licznych dokumentów można przyjąć, że nastąpiło ono o 200 km na wschód od miasteczka Omaha City, położonego na wielkim szlaku wiodącym z Chicago do San Francisco. Stonka ziemniaczana występowała tam w owym czasie na *Solanum rostratum*, na wysokości 1000–1800 m nad poziom morza. Rośliny ziemniaka dostały się do tych rejonów wraz z kolonistami posuwającymi się stopniowo od wybrzeży Atlantyku w kierunku zachodnim. Należy nadmienić, że ziemniak był w owym czasie również rośliną nową na kontynencie nie tylko Ameryki Północnej, lecz i w Europie. Pierwsze sadzeniaki tej rośliny były przywiezione z Chile w latach 1560/70 do Hiszpanii i Włoch. W roku 1588 ziemniak znany był w Norymberdze i Wiedniu. Do Stanów Zjednoczonych trafił z Anglii w roku 1719 i przewożony przez kolonizatorów dotarł w roku 1842 do wschodniego podnóża Gór Skalistych.

INWAZJA NA AMERYKĘ PÓŁNOCNĄ

Pierwszą drukowaną wzmiankę o występowaniu stonki na ziemniakach znajdujemy w pracy Hasena (1865), który pisze, że owady „posuwały się szybko ku Omaha City w roku 1859”. Szkodnik rozprzestrzenił się ku dolinie rzeki Missisipi przechodząc z pola na pole. Opanowywanie terenu odbywało się głównie za pomocą przelotów dokonywanych w drugiej połowie lata, przy czym, jak pisze Trouvelot (1936), „tradycja słowna głosi, że zaraz po deszczach w sierpniu owady przelatywały chmarami z prerii i tam, gdzie spadły, uprawy ziemniaków znikły w krótkim czasie. Na tych samych miejscach, podczas wiosny następnej niszczyciele wychodzili legionami z ziemi”.

Rozpoczęta w ten sposób wielka inwazja na kontynent Ameryki Północnej postępowała coraz szybciej, proporcjonalnie do wzrastania areалу uprawy ziemniaka w opanowywanych przez stonkę okolicach. Już w roku 1861 szkodnik przekroczył rzekę Missouri i zajął stan Yowa. Głównym kierunkiem posuwania się była w tym okresie dolina rzeki Missisipi, która została przekroczona w roku 1864. W ciągu 4 pierwszych lat inwazji stonka przebyła 400 km. W roku 1870 szkodnik przeniknął na wschodzie do stanów Pensylwania i New York, na południu zaś do stanu Kentucky. W 1874 roku stonka osiągnęła szerokim frontem wybrzeże Atlantyku od stanu Connecticut do stanów Maryland i Virginia.

Ogółem więc przestrzeń z zachodu na wschód przebyta w tym krótkim czasie wyniosła 2400 km. Przyjmując za datę wyjściową inwazji rok przekroczenia rzeki Missouri, tj. 1861, stonka w ciągu 13 lat posuwała się w kierunku wschodnim z szybkością średnią 185 km rocznie. Opanowywanie terenów na północ, a zwłaszcza na południe, odbywało się o wiele wolniej, do roku 1874 chrząszcz nie osiągnął jeszcze szerokości Nashville.

Opanowanie terenów otwartych w Stanach Zjednoczonych zostało zakończone w roku 1880 obejmując około 4 miliony km², tj. teren środkowej i północnej doliny Missisipi, rejonu Wielkich Jezior, doliny Saint Laurent i wybrzeże Atlantyku od Quebec do Florydy. Na tym terenie znajdowało się 9/10 upraw ziemniaczanych obejmujących około 1 300 000 ha ziemniaków. W kierunku południowym chrząszcz posuwał się wolniej i wybrzeże Zatoki Meksykańskiej osiągnął w roku 1900, czyli szybkość posuwania się w tym kierunku wyniosła tylko około 20 km rocznie. Na północy chrząszcz dotarł do granic Kanady w roku 1870 i osiągnął w roku 1874 Quebec, w 1878 — New Brunswick, w 1879 — Manitobę w 1881 — Nową Szkocję, a w 1918 zauważono go w British Columbia. Można przypuszczać, że przesuwanie się stonki na północ nie zostało jeszcze zakończone, ponieważ w poszczególnych latach pojawia się ona w różnych nowych miejscowościach, ginąc następnie i cofając się. Granicą obecnego jej zasięgu jest Edmonton.

Pokonywanie naturalnych przeszkód na drodze inwazji stonki, przede wszystkim pasm górskich, stało się możliwe wraz z rozwojem komunikacji oraz skolonizowaniem terenów bezludnych. W ten sposób szkodnik przeszedł do tych rejonów Stanów Zjednoczonych, które nie zostały opанowane w latach poprzednich. Ostatnio została sforsowana biernie najtrudniejsza zaporą, tj. łańcuch Gór Skalistych. Tak więc całkowity areal objęty przez stonkę ziemniaczaną na kontynencie Ameryki Północnej wynosi ponad 6 milionów km² i rozciąga się między równoleżnikami 30—50° szerokości geograficznej północnej.

W owych latach szybkich przemieszczeń się stonki zebrano w Ame-

ryce bogate i ciekawe materiały co do sposobów zdobywania nowych terenów przez szkodnika. Zdobywanie terenu odbywało się tam głównie za pomocą lotów jesiennych. Zupełnie wyraźnie została stwierdzona tendencja chrząszczy do przemieszczania się na wschód. Tendencja ta zaznacza się specjalnie ostro u chrząszczy pokolenia jesiennego. Riley (1892 i 1923) obserwował w jesieni owady lecące i chodzące po ziemi, instynktownie obierające ten sam — wschodni kierunek. Chittenden (1914) podkreśla, że nie należy bagatelizować również i wiosennych rozlotów, lecz mają one według niego mniejsze znaczenie z uwagi na to, że owady dorosłe zaprzestają swych lotów, gdy tylko rośliny żywicielskie wyjdą z ziemi. Samice latają chętniej od samców, lecz z chwilą przystąpienia do składania jaj stają się ociężałe. Wiatr o sile 10–12 km na godzinę porywa latające chrząszcze i unosi w kierunku prądu powietrza (Tower 1900).

Wyraźnym dowodem roli wiatrów może być porównanie szybkości przemieszczania się szkodnika w różnych kierunkach. I tak postęp stonki najszybciej odbywał się w kierunku Wielkich Jezior i doliny Św. Wawrzyńca, co zgodne jest z kierunkiem panujących wiatrów w okresie jesieni, w kierunku przeciwnym, do Nowego Orleanu, posuwanie się było bardzo wolne i wyniosło 600 km w ciągu 32 lat.

Niejednokrotnie obserwowano przenoszenie się chrząszczy na pojazdach mechanicznych i przedmiotach transportowanych. Takim sposobem dokonała stonka przekroczenia Gór Skalistych.

Również poważną rolę w posuwaniu się stonki odegrały w Ameryce wody bieżące i transporty wodne. W jednym z dzienników w czasach inwazji stonki była na przykład taka wzmianka: „Ktokolwiek przechadza się brzegiem jeziora Michigan, może widzieć wychodzące z wody w znacznych ilościach chrząszcze, szkodniki ziemniaków — i wielu ludzi zapytuje, skąd mogą przybywać te owady. Wydaje się być rzeczą pewną, że przybyły one lotem i wpływ ze wschodu jeziora Michigan. Kapitan Boyle z Lizzie Doock donosi istotnie, że na pół drogi między Chicago i Saint Joseph znalazł swój statek pokryty owadami, podczas gdy opuszczając Chicago nie zauważył ani jednego chrząszcza na pokładzie.“ W roku 1870 widziano również stonkę przebywającą jezioro Erie na statkach, deskach, różnych pływających szczątkach i całe wybrzeże Detroit zostało bardzo gęsto pokryte owadami.

Wypadki przemieszczania stonki ziemniaczanej wraz z ziemniakami uważane są przez naukowców amerykańskich za sporadyczne i nie odgrywające praktycznie roli. Aby przenieść larwy lub jaja trzeba przenosić żywe rośliny, a to w wypadku ziemniaka nie ma w zasadzie miejsca. Przenoszenie chrząszczy wraz z bulwami ziemniaczanymi nie jest w ogóle wspomniane w literaturze amerykańskiej. W warunkach naszych mieliś-

my kilka wypadków zaobserwowania bulw ziemniaczanych z wgryzionymi do ich wnętrza chrząszczami stonki. Chrąszcze takie mogą być z bulwami przewożone z miejsca na miejsce. W ogólnej jednak inwazji szkodnika wypadki takie grają raczej rolę przypadkową i mogą mieć znaczenie w przenoszeniu się stonki do krajów odległych i w formowaniu się ognisk izolowanych.

Opisanej przez nas inwazji na Amerykę Północną towarzyszyły niejednokrotnie masowe rozmnożenia stonki. W tym czasie nie znano jeszcze radykalnych i skutecznych metod walki ze szkodnikiem, przeto narastanie jego liczebności dochodziło do olbrzymich wprost rozmiarów. Szczególnie rok 1875 na wybrzeżach Atlantyku pozostawił w prasie wiele wzmianek o niebywałym pojawie stonki. Rolnicy tych okręgów zaskoczeni przez szkodnika na wiosnę nie mieli możliwości zwalczania go wskutek czego jesienią ogromne roje owadów spadły na miasta i plaże. Dnia 17 września plaża w okolicach New Yorku na Coney Island została pokryta przez chrąszcze stonki na przestrzeni kilku mil. Diuny i pagórki, które zajmują większą część wyspy były całkowicie pokryte żywą masą owadów. W latach następnych prasa amerykańska niejednokrotnie pisała o statkach, które musiały zamykać luki przed spadającymi rojami chrząszczy. Często kąpiący się na plażach musieli uciekać przed masami chrząszczy spadającymi do morza i wychodzącymi na piasek, pociągi zatrzymywały się, gdyż koła ślizgały się po rozgniecionych ciałach owadów, zajmujących pasy szerokości przeszło 1,5 km. Być może, w opisach tych jest nieco przesady dziennikarskiej, bezsprzecznie jednak jest faktem, że jeśli szkodnik ten nie jest zwalczany, daje kolosalne narastanie populacji, podobne do znanego nam z opisów szarańczy.

INWAZJA NA EUROPE

Pierwsze ogniska. Z chwilą gdy w Ameryce Północnej stonka ziemniaczana dotarła do wybrzeży Atlantyku i zaczęła zasypywać pokłady okrętów tam przybywających oraz gdy stwierdzono, że chrąszcze mogą przetrwać kilkotygodniową głodówkę bez szkody dla swego życia, zaistniało groźne niebezpieczeństwo zawleczenia szkodnika do Europy. Już w roku 1871 Riley (1871) ostrzegał „kuzynów z Europy“ o niebezpieczeństwie grożącym ze strony stonki i zalecał czuwanie i zapobieganie jej inwazji. Szereg państw zachodnioeuropejskich wprowadziło od roku 1875 ostre przepisy kwarantannowe na towary przywożone z USA, a prasa zamieszczała obszerne artykuły o niebezpieczeństwie grożącym rolnictwu. Słuszność tych przypuszczeń ujawniła się bardzo szybko. Już w roku 1876 znaleziono żywe chrąszcze na okrętach przybijających

z USA do portów niemieckich, holenderskich i angielskich. Pierwsze ognisko szkodnika wykryto w czerwcu 1877 r. na polu ziemniaczanym na południe od Mülheim nad Renem, w sierpniu — dalsze ogniska na 16 polach w pobliżu Schildau koło Torgau w Saksonii oraz Probststein i Reichenbach. Następne ogniska wykryto w 1877 r. w Mahlitsch koło Dommintsch i w Lohe koło Meppen. W roku 1901 znaleziono stonkę w Anglii na lewym brzegu ujścia Tamizy w Tilbury i ponownie w tej okolicy w roku 1933, łącznie wykryto i zniszczono tu 20 ognisk.

W roku 1914 wykryto silne ognisko koło Stade w Niemczech, obejmujące około 1 ha ziemniaków. W ciągu 2 pierwszych dni walki zniszczono tam 300 000 chrząszczy i larw, a w wyniku dalszej akcji udało się całkowicie zlikwidować to ognisko, przy czym koszt zwalczania wyniósł ponad 25 000 marek.

Wreszcie również w Niemczech wykryto poważne, odosobnione ognisko w roku 1934 w okolicy Stade. W dniu 3 lipca zebrano i zniszczono tam łącznie 300 chrząszczy, 8000 larw i 10 złoży jaj. W dniu 10 lipca odkryto w niewielkiej odległości jeszcze 250 larw i jednego chrząszcza oraz 20 larw w ziemi. Dalsza lustracja terenu w pobliżu ogniska doprowadziła do wykrycia 16. VII jeszcze 70 larw. Koszt likwidacji szkodnika na całym zagrożonym terenie wyniósł 109 000 marek.

Inwazja Francji. Stale wykrywano jednak żywe chrząszcze stonki na okrętach przybywających ze Stanów Zjednoczonych, co nakazywało liczyć się z możliwością zadomowienia się stonki w Europie. Stało się to wreszcie w roku 1922, kiedy we Francji, w Sénéjac koło Bordeaux stwierdzono obecność stonki na obszarze około 250 km². Przebieg wypadków, w których wyniku szkodnik zajął Francję, podaje Feytaud (1923—1938). Szkodnik przedostał się tu z pewnością już znacznie wcześniej, około 1918 r. wraz z licznymi transportami wojskowymi napływającymi z Ameryki Północnej. Mimo że natychmiast wydano rolnikom konieczne środki do walki, nie udało się opanować sytuacji i już w lipcu tego roku wykryto wiele chrząszczy w północnej części departamentu Landes. Walka prowadzona w pierwszym okresie pojawu stonki we Francji nie była wystarczająco bezwzględna i radykalna, niedoceniając znaczenia stonki spowodowało, że szkodnik szybko rozszerzał się na nowe okręgi zwiększając zarażony teren z 250 km² w roku 1922 na około 100 000 km² w roku 1930. W roku 1935 stonka dotarła do granic Belgii, Luksemburga, Saary, Niemiec, Hiszpanii i Szwajcarii, opanowując 77 z ogólnej liczby 80 departamentów Francji. Opanowanie Francji zostało ukończonych w roku 1938. Szkodnik opanował terytorium o powierzchni 500 000 km², odległość od Bordeaux do granicy Belgii została przebyta w ciągu 13 lat. Szybkość przesuwania się w latach sprzyjających rozwojowi wynosiła do 200 km. Szczególnie rok 1930 odznaczał się szybkością

posuwania się szkodnika, którego rozrzut był tak duży, że opanowane w tym roku departamenty były od razu zaatakowane na niemal całej swej powierzchni. Również we Francji stwierdzono istotną rolę panujących wiatrów w szybkości przesuwania się chrząszczy. Na przykład posuwanie się w kierunku północnym wynosiło 60 km na rok, a w południowym zaledwie 11 km rocznie.

Zadomowienie się stonki w Europie stało się więc faktem dokonanym. Szkodnik wykazał na nowym terenie tę samą wielką ekspansywność i witalność co i w Ameryce, a rzeźba terenu i klimat Francji stworzyły dla niego bardzo dogodne warunki rozwoju. Dalsze przesuwanie się szkodnika do państw sąsiednich stało się tylko kwestią czasu.

Dziś, kiedy niemal cała Europa została podbita przez tego niezwykle owada, można, patrząc na mapę, przedstawić sobie te główne linie ataków, którymi stonka szła w swym zwycięskim pochodzie. Zupełnie wyraźnie zaznaczają się 4 takie szlaki (rys. 16). Pierwszy, który można nazwać „szlakiem południowym“ doprowadził do opanowania Półwyspu



Rys. 16. Drogi inwazji stonki w Europie. I — szlak południowy, II — szlak alpejski, III — szlak śródziemnomorski, IV — szlak środkowoeuropejski (oryg.).

Roads of invasion of the Colorado beetle in Europe. I — Southern track, II — Alpine track, III — Mediterranean track, IV — Central European track (orig.).

Pirenejskiego, dzięki wtargnięciu stonki z południowej Francji, drugi, nazwany przez nas „szlakiem alpejskim“ przebiega z Francji do Szwajcarii, Austrii, a dalej do Czechosłowacji i Węgier, trzeci, który określamy jako „szlak śródziemnomorski“ przebiega z Francji do północnych Włoch wzdłuż wybrzeży Morza Śródziemnego, a dalej do północnej Jugosławii i Węgier. Wreszcie czwarty, najważniejszy dla losów Europy i uprawy ziemniaka, tak zwany „szlak środkowoeuropejski“ przebiega przez Belgię, Holandię, Niemcy i Polskę, dając odgałęzienia w kierunku północnym do Anglii i Danii oraz południowym do Austrii i Czechosłowacji.

Przejdźmy do bardziej szczegółowego przeanalizowania poszczególnych szlaków ataku stonki.

Szlak południowy. Stosunkowo niewielka odległość opanowanego przez stonkę terenu od granicy hiszpańskiej oraz równinny teren ciągnący się wzdłuż wybrzeży Zatoki Lionńskiej zadecydowały o kierunku ataku stonki na Półwysp Pirenejski. Pasma niedostępnych i trudnych do przebycia Gór Pirenejskich zostało przez szkodnika ominięte. Gdy tylko stonka opanowując Francję południową dotarła do granicy z Hiszpanią na odcinku wybrzeża Morza Śródziemnego (1934 r.) zaistniała realna możliwość przeniknięcia jej w rejonie Perpignan do Hiszpanii w rejon portu Girona. I rzeczywiście w Hiszpanii stwierdzono stonkę po raz pierwszy już w roku 1935 w pobliżu Gerony, co wyraźnie wskazuje, że szkodnik przeniknął z Francji wzdłuż wybrzeży Morza Śródziemnego. W roku 1940 znajdowano ogniska w rejonach Alava, Huesca i Saragossa i stonka zajęła 13 prowincji północnych i północno-wschodnich (Alfaro 1941). W następnym roku opanowane było 19 prowincji, w 1942 r. — 26 prowincji (Alfaro 1943) i w roku 1943 zanotowano dalszy, silny postęp szkodnika, który doprowadził do opanowania 34 prowincji.

W 1957 roku tylko kilka południowych gmin było wolnych od stonki. Na wyspach Balearskich, po przejściowym ich zajęciu przez stonkę szkodnik w 1957 roku nie wystąpił dzięki skutecznemu zlikwidowaniu w latach ubiegłych.

Do Portugalii przeniknęła stonka w roku 1943, przypuszczalnie z Hiszpanii, a być może również i wzdłuż wybrzeży Zatoki Biskajskiej. Obecnie szkodnik ten rozpowszechnił się na całym Półwyspie Pirenejskim.

Szlak alpejski. Etapami tego kierunku posuwania się szkodnika było zajęcie Szwajcarii, przejście do Austrii i wreszcie do Czechosłowacji i Węgier. Stonka zdobywała tu tereny bardzo trudne, górzyste i niedostępne, a mimo to szybkość, z jaką opanowywała teren była tylko nieznacznie mniejsza niż wzdłuż innych szlaków. Decydującą rolę odgrywały tu wiatry oraz doliny rzek i przełęcz, stanowiące wrota wnikania chrząszczy w głąb gór.

Dla Szwajcarii osiągnięcie granicy francusko-szwajcarskiej przez stonkę w roku 1936 wskazywało na możliwość ataku już w najbliższym roku. Po kilku fałszywych alarmach, jak podaje Ferriere, Defago i Roos (1949) wykryto pierwsze ognisko stonki 17 czerwca 1937 r. na polu w Lieu, w dolinie de Jaux. Nazajutrz kilka małych ognisk wykryto bliżej granicy francuskiej, a dni następne przynosiły coraz nowe meldunki. Już do 20 lipca wykryto 314 ognisk rozproszonych prawie w całym kantonie genewskim, dystrykcie Nyon, dolinie le Joux le Val-de-Travers i w kantonie Vaude-Friburg, jak też w Jurze Berneńskiej. W końcu tego roku — 10. IX — można było ocenić sytuację jako bardzo poważną. Stonka ukazała się na pasie rozciągającym się wzdłuż gór Jura, od Genewy ku Bazylei i Olten mającym około 200 km długości i 20–40 km szerokości. Tak szybka inwazja i o takim zasięgu mogła być przypisana jedynie masowemu nalotowi z Francji. Chrząszcze naleciały rojami, niesione przez wiatry. Zimą 1937/38 wzmocniono przepisy kwarantannowe i uświadamianie rolników. Początkowo sytuacja w roku 1938 wydawała się pomyślna, ponieważ do 10. VI stwierdzono obecność stonki tylko w 25 gminach w porównaniu z 120 w roku poprzednim. Niestety, dalsze miesiące rozwiały złudzenia. Liczne przeloty owadów, wspomagane przez burze, rozszerzyły inwazję na 827 gmin w 13 kantonach, czyli prawie w połowie kraju. Rok 1939 spowodował dalszy gwałtowny wzrost opowania pól, stonkę stwierdzono w 1946 gminach, w 17 kantonach. Ogółem w tym roku zarejestrowano około 40 000 ognisk i okazało się, że wszystkie kantony romańskie położone wzdłuż gór Jura są opanowane. Równocześnie zostały opanowane kantony Szwajcarii Niemieckiej.

Po okresowej depresji w 1940 r., rok 1941 przyniósł znowu masowe naloty, przy czym znajdowano chrząszcze na znacznych wysokościach, nawet na pastwiskach przykrytych śniegiem na wysokości 1500 m. W roku 1943 wykryto stonkę na południu łańcucha Alp, w dolinie Magadino, przy czym obecność szkodnika stwierdzono na samosiewach ziemniaczanych. Wskazywało to na fakt obecności stonki w tym rejonie już w roku poprzednim. Zawleczenie szkodnika do rejonów południowych mogło nastąpić wskutek przeniesienia z północy lub też przez nalot z Włoch, do których stonka przeniknęła w roku 1942. Tak mimo górzystego terenu Szwajcaria została całkowicie opanowana w ciągu kilku lat i szkodnik powiększył areał o dalsze 41 000 km².

W Austrii wykryto pierwsze ognisko, jak podaje Beran (1948) już w roku 1940 w prowincji Vorarlberg, w miejscowości Kobel. Przypuszczalnie szkodnik zawleczony był tu ze Szwajcarii lub Lichtensteinu. Ognisko wykryto w ząbku, znaleziono 2 chrząszcze przy jednym złoju jaj. Również i w roku 1941 wystąpiła stonka w Austrii jedynie w pojedynczych ogniskach w miejscowości Andelbusch, a w 1942 r. bezpośred-

nio na granicy ze Szwajcarią. W roku 1943 nie stwierdzono obecności szkodnika w granicach kraju, natomiast w roku 1944 wykryto 32 ogniska, z tego 28 w okręgu Feldkirch, 3 w Bregenz i 1 w Bludenz. W dalszym więc ciągu zasięg szkodnika ograniczał się do prowincji Vorarlberg. W roku 1945 nastąpiło znaczne nasilenie inwazji. W prowincji Vorarlberg wykryto 190 ognisk, poza tym szkodnik przeniknął do Tyrolu i Austrii Górnej. W Tyrolu stonkę wykryto w miejscowościach Reutte, Schwaz i Kupstein, gdzie zebrano 576 chrząszczy i 4380 larw. W Austrii Górnej znaleziono 51 chrząszczy i 58 larw w okręgu Lambach. Dalsze postępy stonki miały miejsce w roku 1946. W prowincji Vorarlberg nie dało się już wyznaczyć izolowanych ognisk i było tam opanowane 21 gromad, w Tyrolu — 11, w Salzburgu wykryto po raz pierwszy szkodnika w dwóch gromadach okręgu Hallein. W Austrii Górnej zaatakowane było 20 gromad, gdzie zebrano łącznie 60 chrząszczy, 439 larw i 9 złoża jaj. W roku 1947 szkodnik przeniknął do Austrii Dolnej, gdzie wykryto go w trzech gromadach, zebrano tam kilkaset larw. W roku 1948 szkodnik przeniknął dalej do Steiermark, skąd jednak został w roku 1949 wyparty (B e r a n 1949). Wszystkie wysiłki obrony Austrii przed stonką szły głównie w kierunku niedopuszczenia jej do Austrii Dolnej, gdzie koncentruje się głównie uprawa ziemniaka, obejmując 51,6% ogólnej uprawy tej rośliny. Drogi przenikania szkodnika w głąb kraju szły dolinami (np. doliną rzeki Inn) oraz przełęczami. W wysokich górach szkodnik opanowywał, podobnie jak w Szwajcarii, nawet najwyższej położone uprawy ziemniaka. Mimo dobrze zorganizowanej walki szkodnik w dalszych latach, a szczególnie w roku 1950 poczynił postępy, opanował główne rejony uprawy ziemniaka i zdomowił się w całej Austrii.

W roku 1957 stonka zwiększyła powierzchnię opanowaną do 57,8% upraw ziemniaczanych (B e r a n 1958).

Na walkę z nią wydatkowano w Austrii 14 milionów szylingów.

Tak więc i tu, podobnie jak i w Szwajcarii, wysokie góry nie zahamowały postępu stonki, uwidoczniała się powtórnie niezwykle ekspansywność tego gatunku i zdolność do przekraczania trudnych dla innych owadów zapór naturalnych.

W C z e c h o s ł o w a c j i pierwsze ogniska stonki wykryto w roku 1945 w rejonach sąsiadujących z Austrią i Niemiecką Republiką Federalną (Materiały delegacji CSR na Międzynarodową Konferencję Ochrony i Kwarantanny Roślin w latach 1949—1954). W dwóch następnych latach, wskutek masowych nalotów szkodnik opanował południowo-zachodnią część kraju, jak też północno-zachodnią wnikając tam z NRD doliną Łaby. W pierwszych więc latach szkodnik zajął Bohemię oraz Morawy, a po jedynych ogniskami posunął się dalej na wschód. W latach 1945—1949 wykryto w okręgach czeskich i zlikwidowano łącznie około 600 ognisk

stonki. Sytuacja znacznie się pogorszyła w roku 1950, o czym świadczyć może zebranie i zniszczenie około 130 000 chrząszczy, 75 000 złoży jaj i ponad 1,5 miliona larw i poczwerek. W roku 1952 ilość ognisk wynosiła 67 523, a zasięg szkodnika posunął się aż do Słowacji. W latach następnych według danych zawartych w referatach delegacji na Międzynarodową Konferencję Ochrony Roślin w Warszawie w roku 1955, sytuacja uległa poprawie i ilość ognisk wykrytych i zlikwidowanych w roku 1954 wyniosła 40 822, a powierzchnia opianowana — 67 209 ha upraw ziemniaczanych. Mimo to szkodnik opanował nowe gminy, głównie w świeżo zaatakowanym województwie Bańska Bystrycy.

Porażona powierzchnia upraw ziemniaczanych wzrastała w szybkim tempie. W 1953 r. wynosiła ona 9,2%, w 1955 — 12,3%, w 1956 — 34,2% i w 1957 — 50,8%. W roku 1957 wykryto szkodnika praktycznie rzecz biorąc na terenie całego niemal kraju z wyjątkiem wyższych rejonów górskich i najbardziej na wschód wysuniętych gmin.

Szlak *śródziemnomorski*. Po opanowaniu całej Francji stonka dotarła do Riwiery w roku 1938. Przejście szkodnika wzdłuż wybrzeża do Włoch nie stanowiło żadnej trudności, a wobec słabej obrony tego kraju stonka z łatwością się tam zadomowiła. Nie bez wpływu na szybkie wniknięcie stonki do Włoch był fakt zamieszania wojennego.

Przejście stonki do Włoch nastąpiło w roku 1943 (Melis 1950). Ogniska szkodnika wykryto w Piemoncie (Della Beffa 1946) skąd przeniknął w roku 1946 do Ligurii. W Lombardii wykryto ogniska w tymże roku w miejscowości Cassano Maguago w prowincji Varese. W roku 1949 w Lombardii były już opanowane prowincje Bergamo, Brescia, Como, Cremona, Montova, Milano, Pavia, Sondrio i Varese. W roku 1947 obecność stonki stwierdzono w Emilii, w 1948 — w Venecia Tridentina i Venecia Julia oraz w Toskanii w prowincjach Florencja i Di Massa.

W roku 1949 doszło w północnych Włoszech do olbrzymich przelotów chrząszczy. Hesse (1950) podaje, że ogromne ilości chrząszczy utrudniały ruch pociągów, pokrywając tory żywą masą. W roku 1951 opanowane były według Lindforsa (1951) okręgi: Rawenny, Florencji, Wenecji, Lombardii, Toskanii i Emilii a rozprzestrzenienie stonki we Włoszech zostało, praktycznie rzecz biorąc zakończone.

W roku 1956 szkodnik opanował około 70% upraw ziemniaczanych, zmniejszając przejściowo ten obszar na około 50% w roku 1957.

W Jugosławii stwierdzono obecność stonki po raz pierwszy w roku 1946 w rejonie Brezic na powierzchni około 30 km². Wkrótce znaleziono mniejsze ogniska rozrzucone w tym rejonie, tak że cały obszar objęty przez stonkę powiększył się do 250 km². W następnych latach szkodnik rozprzestrzenił się, obejmując rejony Kroacji i Słowenii i postępował stopniowo ku południowi i na wschód.

W roku 1955 stonka zajmowała już 32 021 ha ziemniaków, w 1956 — 61 716 i w 1957 — 123 255 ha, co stanowi 43,4% ogólnej powierzchni upraw tej rośliny. W poszczególnych rejonach Jugosławii postępy szkodnika w latach ostatnich wyglądały następująco:

Kroacja	1955 rok	— 9 000 ha,	1956	— 25 170 ha,	1957	— 66 000 ha,
Słowenia	„ „	— 23 000 ha,	„	— 36 228 ha,	„	— 46 000 ha,
Serbia	„ „	— 21 ha,	„	— 241 ha,	„	— 1 255 ha,
Bośnia	„ „	— 0 ha,	„	— 77 ha,	„	— 10 000 ha.

W roku 1958 inwazja Jugosławii została zakończona i szkodnik stanął u granicy Bułgarii, gdzie w 1957 r. wykryto ogniska w rejonach pogranicznych, a w 1959 r. nawet daleko w głębi kraju.

Na Węgrzech po raz pierwszy wykryto stonkę w roku 1947 na terenach komitatu Győr, gminy Hédervár ognisko to obejmowało powierzchnię około 20 m². Pochodzenie tego ogniska przypisuje się zawleczeniu stonki w czasie działań wojennych (materiały delegacji węgierskiej na Międzynarodowe Konferencje Ochrony Roślin w latach 1951—1954). Na ognisku tym zebrano 1580 chrząszczy, 1651 larw, 337 poczwerek i 444 jaj. W roku 1948 ilość ognisk silnie wzrosła, wykryto ich 54 na polach 12 gmin w pobliżu granicy jugosłowiańskiej. Wskazywało to na przeloty szkodnika wraz z panującymi w maju zachodnimi wiatrami.

W roku 1949 wykryto zaledwie 1 ognisko, na którym zebrano 8 chrząszczy i 3 złoże jaj. Rok 1950 upoważniał do optymistycznych nastrojów, ponieważ mimo dokładnych lustracji terenów najbardziej zagrożonych nie wykryto ani jednego ogniska. Tym większe było zaskoczenie, gdy w czasie lustracji wiosennych, prowadzonych w roku 1951, zaczęto wykrywać coraz większe ilości ognisk. Wkrótce okazało się, że stonka dokonała silnej inwazji, wkraczając do Węgier szerokim frontem wzdłuż granic z Austrią i Jugosławią. Najważniejszą przyczynę tego nagłego pogorszenia się sytuacji widzieli naukowcy węgierscy w tym, że szkodnik w trakcie swego ciągłego rozprzestrzeniania się w kierunku wschodnim rozmnożył się znacznie w krajach sąsiadujących od południa i zachodu i stamtąd dokonał masowych przelotów. Silne zagęszczenie ognisk na terenie południowej, przygranicznej części komitatu Zala i zmniejszenie się opanowania terenu w kierunku północnym wskazywało na nalot stonki głównie z Jugosławii.

Lata następne były już konsekwencją inwazji 1951 roku. Szkodnik, mimo wytężonej walki z nim, posuwał się szybko naprzód, obejmując wciąż nowe komitaty. W roku 1954 szkodnik przesunął swój zasięg o 120 km w kierunku północno-wschodnim, w kierunku zaś południowo-wschodnim o 140 km. Fakt tak szybkiego posuwania się stonki w roku 1954 tłumaczono dobrymi warunkami rozwoju szkodnika oraz nowymi, licznymi nalotami z państw sąsiednich. Wykryte ogniska ograniczały się

przeważnie do kilku krzaków i tworzyły pojedyncze, izolowane punkty zarażenia. Nie notowano jeszcze nigdzie silnego rozmnożenia szkodnika mogącego grozić plonom ziemniaków. Niemniej wysoka ilość ognisk na terenie kraju wskazywała na poważne niebezpieczeństwo masowego rozmnożenia się szkodnika. O stosunkowo szybkim opanowaniu Węgier zdecydował charakter terenu tego kraju, kierunki wiatrów i sąsiedztwo silnie opanowanych przez szkodnika krajów. W 1957 roku stonka zajęła w zasadzie całe Węgry grożąc poważnie przyległym krajom.

W związku z opanowaniem Węgier w bezpośrednim zagrożeniu znalazła się Rumunia, w kierunku bowiem jej granic posuwał się „szlak śródziemnomorski“. Kraj ten został zresztą zaatakowany po raz pierwszy już w roku 1952 i następnie w 1953 na terenie gminy Săpenta leżącej w rejonie Sighet, obwodu Baia Mare. Ogniska te zostały radykalnymi metodami zlikwidowane i opierając się na materiałach delegacji Rumunii na Międzynarodowe Konferencje Ochrony i Kwarantanny Roślin można stwierdzić, że kraj ten do roku 1956 był wolny od stonki. Gwałtowne pogorszenie nastąpiło w latach 1957–1958, kiedy to tereny przyległe do granicy węgierskiej zostały silnie zaatakowane. Obecnie z około 260 000 ha ziemniaków tylko około 4 000 ha jest wolne od stonki.

Szlak środkowo europejski. Szlak ten, jak wspomniano, ma największe znaczenie, przebiega bowiem przez tereny najintensywniejszej uprawy ziemniaka. Siła i rozmiary inwazji stonki oraz szybkość posuwania się jej tędy są największe, a to z powodu równinnego terenu oraz panujących tu zachodnich wiatrów. Pierwszym państwem, które leżało na tym szlaku była Belgia. Szkodnik ukazał się tu po raz pierwszy w roku 1935. Wykryto go 13. VI w wiosce w prowincji Namur, odległej o 20 km od granicy francuskiej. Jak podaje Mayne (1939), chrząszcze wykonały wtedy przelot minimum 150 km, w czym dużą pomocą była silna burza. W ciągu tegoż roku wykryto łącznie 30 ognisk w 22 gminach. Sytuacja pogorszyła się w roku następnym, ponieważ było już 45 gmin zaatakowanych, a ilość ognisk zwiększyła się do 116. W roku 1937 zanotowano znaczną poprawę, zaatakowanych było tylko 17 gmin, a łączna ilość ognisk wynosiła 39. Rok 1938 cechowały masowe loty chrząszczy na duże odległości, co doprowadziło do całkowitego niemal opanowania Belgii, ilość zaatakowanych gmin wzrosła od razu do 1226. Przesunięcie się stonki z Ardenów na tereny nizinne, o lepszych warunkach rozwoju szkodnika doprowadziło do szybkiego zajęcia całego kraju, czyli 30 500 km². Główna linia posuwania się szkodnika przebiegała z południa na północ — ku granicy Holandii.

Pierwsze ogniska w pobliżu granicy wykryto w Holandii w roku 1937. W roku następnym miał miejsce silny atak szkodnika — w początkach czerwca chrząszcze naleciały z Francji w dużych ilościach.

W wyniku licznych lustracji pól ziemniaczanych wykryto 601 punktów wystąpienia owada. Opanowane zostały najbardziej ziemniaczane prowincje i nawet bardzo wytężona walka nie mogła zatrzymać szkodnika. Mimo że w niektórych latach ilość wykrytych ognisk spadała, to jednak ostatecznie w ciągu kilku następnych lat stonka opanowała całą Holandię.

Decydującą rolę w postęпах stonki w Europie odegrała inwazja na Niemcy, tędy bowiem prowadziła droga do głównych rejonów uprawy ziemniaka leżących w Niemczech, Polsce i ZSRR. Początkowe, wykrywane do 1934 roku izolowane ogniska szkodnika były radykalnie zlikwidowane. Sytuacja stała się groźną, gdy stonka opanowując Francję dotarła w roku 1935 na odległość 22 km od granicy Niemiec. Jak słusznie przewidywano, pierwsze przeloty szkodnika na teren niemiecki nastąpiły już w roku 1936, pojedyncze ogniska szkodnika stwierdzono w tym roku w 27 gromadach Saary i południowej Nadrenii. Dzięki dobrej organizacji i znacznym nakładom udało się zlikwidować te pierwsze naloty, jak też i wzmagające się naloty w latach następnych. Sytuacja stawała się jednak coraz cięższa, ponieważ front ataku szkodnika rozszerzył się w związku z jego rozpowszechnieniem się w Belgii, Luxemburgu (od roku 1936), Holandii (od roku 1937) i Szwajcarii.

Pewne osłabienie ataków szkodnika, a nawet cofnięcie się go miało miejsce w latach 1941—1943. Było to wynikiem — jak pisze Winnig (1949) — wprowadzenia na terenie Francji przez Niemców bardzo radykalnych metod walki ze stonką, dzięki czemu nie dopuszczono tam do masowych rozmnożeń. W następstwie tego wschodnia granica zasięgu stonki została jakoby w roku 1942 cofnięta o około 150 km na zachód. Według wspomnianej autorki sytuacja uległa znacznemu pogorszeniu dopiero w ostatnim roku wojny na skutek ogólnego chaosu i szkodnik szybko rozpowszechnił się opanowując do roku 1946 niemal całe Niemcy. Do tego opisu rozwoju sytuacji w Niemczech można mieć słuszne zastrzeżenia, wysuwane zresztą przez Bogdanowa-Katkowa (1947). Na podstawie danych tego autora stonka od momentu wtargnięcia na prawy brzeg Renu nie została już wyparta, lecz przeciwnie, co roku posuwała się na wschód z szybkością 80—90 km na rok. Zajęła ona w latach 1936—1943 teren o szerokości ponad 400 km w kierunku Hannoveru i około 300 km w kierunku okręgu Kassel. Za takim rozwojem wypadków przemawia zwiększanie się terytorium zagrożonego, podawane w zarządzeniach Ministerstwa Wyżywienia i Rolnictwa w latach 1939—1940. Również fakt, że stonka zajęła w latach 1944—1946 pozostałą część Niemiec o obszarze 300 000 km², wskazuje na obecność jej w latach poprzednich na terenach prowincji zachodnich i środkowych. Szczególnie lata 1944 i 1945 cechowały rzadkie ruchy stonki w kierunku wschodnim, w roku 1944 wyniosły one około 200 km, a w 1945 300—400 km. Przyczyna

tego leżała w masowym rozmnożeniu się stonki, w sprzyjającym układzie warunków klimatycznych oraz w ogólnym chaosie wojennym i w braku jakiegokolwiek walki ze szkodnikiem. W roku 1946 mimo wprowadzenia pewnej zorganizowanej walki ze stonką i stosunkowo małych jej postępów, posunęła się ona w niektórych rejonach o 120–190 km, docierając pojedynczymi ogniskami do granicy na Odrze i Nysie.

Wraz z szybkimi postępami linii zasięgu wzrastał stopień opanowania pól. I tak w NRD w roku 1949 było opanowane 5,9% upraw ziemniaczanych, w 1950 — 18,9%, w 1951 — 37,2%, w 1952 — 45%, w 1953 — 58,5%, w 1954 — 63%, w 1955 — 62% i wreszcie w 1957 r. — 73%. Cyfry te zaczerpnięto z materiałów delegacji NRD na Międzynarodowe Konferencje Ochrony i Kwarantanny Roślin w latach 1951–1957. W ten sposób został opanowany rejon o najintensywniejszej uprawie ziemniaka w Europie.

Na dalszej drodze postępu stonki znalazła się Polska, a za nią Związek Radziecki. Rozwój wypadków u nas będzie naświetlony obszernie nieco dalej, sytuacja zaś w ZSRR przedstawia się następująco.

Związek Radziecki jako kraj o wielkiej powierzchni uprawy ziemniaka bardzo żywo zainteresowany był przebiegiem inwazji stonki w Europie Zachodniej. Zarządzone od roku 1946 przeglądy pól ziemniaczanych doprowadziły wreszcie do wykrycia pierwszego dużego ogniska w roku 1949 w okręgu lwowskim. Wszelkie dane wynikające z charakteru tego ogniska wskazują, że zostało ona zawleczone jeszcze w czasie działań wojennych. Ilość ognisk wykrytych i zlikwidowanych do roku 1954 przedstawia, według materiałów delegacji ZSRR na Międzynarodowe Konferencje Ochrony i Kwarantanny Roślin z lat 1949–1954, tabela 1.

Tabela 1
Ilość ognisk stonki ziemniaczanej w ZSRR
Number of centres of the Colorado beetle in USSR

Rok	Okręg	Ilość ognisk
1	2	3
1949	lwowski	1
1950	„	2
1951	„	4
1952	„	3
1953	„	2
	kaliningradzki	22
1954	„	5
	lwowski	3
	wołyński	1

1 — year, 2 — district,

3 — number of hearth,

Ogniska wykrywane w okręgach lwowskim i wołyńskim pochodziły z zawleczenia i miały charakter ognisk izolowanych, natomiast ogniska w okręgu kaliningradzkim pochodziły z przelotów stonki z terenu naszego województwa olsztyńskiego i były zapowiedzią dalszych ataków szkodnika.

Poważniejsza inwazja na rejon kaliningradzki nastąpiła w roku 1956, kiedy to, po słabym pojawie w roku 1955 zamykającym się 13 ogniskami, szkodnika wykryto w 234 ogniskach. W tym samym 1956 roku wykryto 9 ognisk w Litewskiej SSR, 3 ogniska w Białoruskiej SSR i jedno na Rusi Zakarpackiej. W 1957 r. wykryto w ZSRR łącznie 30 ognisk, z tego 20 w rejonie kaliningradzkim, 6 na Rusi Zakarpackiej i Wołyniu oraz 4 w rejonie Brześcia i Grodna na Białorusi.

Dopiero rok 1958 przyniósł nagle pogorszenie. Szkodnik zaatakował gwałtownie ZSRR dwoma skrzydłami, od południa na teren Rusi Zakarpackiej i od północy na terenie Republiki Litewskiej i Łotewskiej. Na południu nastąpił w czerwcu masowy nalot chrząszczy z Węgier i to w tak dużych ilościach, że cała Ruś Zakarpacka została od razu objęta. W tym czasie zebrano tu dziesiątki tysięcy chrząszczy. Na północy szkodnik wtargnął od morza, wyrzucany masowo przez fale Bałtyku. Zajął on dość znaczne tereny republiki Litewskiej i Łotewskiej. Najdalej na północ Europy wysunięte ognisko znaleziono w dniu 13. VIII. 1958 r. koło Lipawy. Łącznie wykryto w roku tym na terenie ZSRR 5 320 ognisk stonki. Tak więc ZSRR stoi w obliczu realnego ataku stonki na swoje obszary.

Szlak środkowoeuropejski posuwania się stonki dawał liczne boczne rozrzuty, które rozszerzały inwazję na sąsiednie państwa. Rozloty w kierunku południowym współdziałały w opanowaniu Szwajcarii, Austrii i Czechosłowacji, w kierunku zaś północnym doprowadziły do opanowania Danii, ciągłych prób opanowania Anglii i zagrożenia Półwyspu Skandynawskiego.

Sytuacja w Danii stała się krytyczna, gdy w roku 1948 wykryto ogniska w rejonie Flensburga w Szlezewiku. Rzeczywiście już w roku następnym wykryto stonkę w Danii. Przebieg inwazji na ten kraj podają Mühlow (1949) oraz Thögersen (1949). 24 lipca 1949 r. wykryto w południowej Jutlandii jeden okaz stonki w odległości 70 km od granicy niemieckiej. W kilka dni później nadeszły dalsze raporty i do 12 sierpnia stwierdzono 8 ognisk. W sumie znaleziono 4 chrząszcze, około 2000 larw i 1 poczwarkę. W końcu sierpnia w pobliżu granicy wykryto wreszcie jeszcze jedno ognisko — z chrząszczami letnimi, zebrano tam 260 chrząszczy i pewną ilość larw. Atak szkodnika nie szedł wzdłuż dróg żelaznych ani też wzdłuż szos, co wskazywało na nalot, a nie na zawleczenie. W roku 1949 znaleziono dwukrotnie stonkę na statkach w porcie wolnocłowym w Kopenhadze. W latach następnych sytuacja miała przebieg zmienny.

Dzięki intensywnej walce w samej Danii jak i w rejonach sąsiednich w Niemczech udało się sytuację opanować i np. w 1957 roku wykryto zaledwie jedno ognisko stonki ze złożem jaj w pobliżu granicy z Niemcami oraz drugie małe ognisko w porcie lotniczym w Kopenhadze.

Anglia jest dotąd jedynym krajem, w którym stonka, mimo wielokrotnego zawleczenia — nie zadomowiła się. Jest to konsekwencją położenia Wysp Brytyjskich w izolacji od krajów zajętych przez stonkę, jak również klimatu, nie sprzyjającego szybkiemu i masowemu rozmnażaniu szkodnika. Pierwsze ognisko stonki wykryto w Anglii w roku 1901 w Tilbury, a następnie w Essex w roku 1933 oraz w tymże miejscu w roku 1934. Dzięki intensywnej walce, a naszym zdaniem w dużej mierze dzięki klimatowi, ognisko to zostało zlikwidowane.

O wielkim znaczeniu klimatu, a szczególnie o ujemnym wpływie warunków glebowych na zimowanie stonki, przekonują nas dane angielskiego Ministerstwa Rolnictwa (*Agriculture* vol. LII, No. 4, 1945) o znajdowaniu w analizach glebowych wykonywanych w kwietniu 1936 r. martwych chrząszczy w hrabstwach Essex, Kent i Sussex.

Od chwili zadomowienia się stonki w rejonach przybrzeżnych Europy ataki na Anglię stawały się coraz częstsze. Mogą o tym świadczyć następujące fakty. W ciągu roku 1936 znaleziono 2 żywe okazy stonki na statkach przybyłych z Kanady i jeden na statku przybyłym z Francji. Pojedyncze chrząszcze znaleziono na wozie w polu, w Suffolk. W roku 1938 znaleziono dwa martwe i jednego żywego chrząszcza na statku z St. Moło w porcie Southampton. Dwa martwe osobniki znaleziono na słupie oznaczającym wysokość wody u ujścia Tamizy. W roku 1939 żywe okazy znaleziono w Barry Dock w pobliżu statku przybyłego z Francji, a pojedynczy okaz w Southampton, wśród opakowanego materiału w skrzyni z narzędziami pochodzącymi z USA. W roku 1940 znaleziono 16 chrząszczy w Whitstable na statku, który przywiózł transport ostrzyg z Francji.

W roku 1941 wykryto szereg ognisk zarówno na wybrzeżach (Dorset, Glamorgan i Devon), jak i wewnątrz kraju (w rejonie Plymouth, Exeter). Przeglądając terminy wykrycia tych ognisk i stan zaawansowania stonki w tym czasie można zauważyć duże opóźnienie tego rozwoju. Na przykład ognisko wykryte 18 sierpnia zawierało 20 larw i 7 poczwarek, 27 sierpnia w ognisku w Brodwoodwidge wykryto 66 larw i poczwarek itd. Świadczy to z jednej strony o bardzo nielicznym rozwoju stonki w ogniskach (w naszych warunkach w punktach zaatakowania znajdują się zwykle setki larw), z drugiej zaś strony o dużym opóźnieniu rozwoju, wynoszącym w porównaniu z rozwojem u nas około 30–40 dni. Jest to bez wątpienia wpływ chłodnego i wilgotnego lata Wysp Brytyjskich.

W następnych latach wojny wykrywano pojedyncze, nieliczne ogniska,

które natychmiast likwidowano, a w roku 1944 nie było zupełnie ognisk, wzmogły się natomiast wypadki zawleczenia stonki na statkach z Francji.

Rozwój wypadków w latach powojennych w Anglii był podawany w komunikatach Ministerstwa Rolnictwa (1945, 1946), opisali go również Gimingham i Thomas (1948, 1949, 1950 i 1953). Z opisów wynika, że w latach powojennych stonka coraz wyraźniej próbuje zadomowić się w Anglii, mimo że ogniska jej występowania są wciąż jeszcze raczej sporadyczne i ograniczają się do wybrzeży zachodnich, południowo-zachodnich i wschodnich. Ogniska te powstają przede wszystkim z zawleczenia chrząszczy na statkach. I tak w roku 1947 miał miejsce stosunkowo silny atak stonki na Anglię, którego przebieg był następujący. 20 marca znaleziono jednego chrząszcza na opakowaniu sałaty importowanej z południowej Francji, 29 marca — jednego chrząszcza na szpinaku przywiezionym z Francji, 4 chrząszcze w kwietniu, z czego jeden na sałacie z Perpignan, jeden na pustych skrzyniach po sałacie z Francji, jeden niewiadomego pochodzenia na pustym worku i jeden na sałacie z Holandii. W początkach maja znaleziono 5 chrząszczy na sałacie z północnych Włoch, 12 maja jeden okaz na kapuście z Francji, 28 maja 7 chrząszczy znaleziono na jezdni, schodach, sznurach od bielizny itp. W końcu maja i początkach czerwca, w okresie ciepłej, słonecznej pogody niemal co dzień raportowano pojawy chrząszczy w Londynie i jego okolicach. Z morza wyławiano także pojedyncze okazy. W następnych miesiącach również wyłapywano pojedyncze chrząszcze. Łącznie w roku 1947 znaleziono 224 owady w portach, do których zawiąły statki z produktami rolnymi importowanymi z Europy. Jednocześnie z tym wykrywano ogniska na polach, w ilości znacznie większej niż w latach poprzednich. Podobna sytuacja powtórzyła się w roku 1948, przy czym charakterystyczne było ciągle znajdowanie dużych ilości stonki w transportach warzyw. Na uwagę zasługuje fakt, że żywe okazy znajdowano na przykład w roku 1948 już 14 lutego (na targu w Nottingham na sałacie pochodzącej z południowej Francji). W późniejszym okresie liczne okazy przewożone były na statkach, przy czym podawane są fakty spadania na statki będące na pełnym morzu znacznych ilości owadów z powietrza. Na przykład na SS „Hampton Ferry“ wychodzący z Dunkierki* chrząszcze spadały, gdy statek znajdował się około 5 mil od wybrzeży Francji; zniszczono na nim 60 chrząszczy. Prócz tego znajdowano stonkę na statkach płynących z Hiszpanii i Kanady. Również na samolotach pasażerskich znaleziono chrząszcze. Na przykład 10. VI. 1948 r. w Northalt na samolocie z Brukseli oraz 28. VI. 1948 r. na samolocie z Londynu do Paryża.

Ogółem w 1948 roku wykryto i zniszczono:

na importowanych produktach	— 38 chrząszczy
na statkach morskich	— 279 „

w dokach i przystaniach	— 11	„
wewnątrz kraju na ziemniakach	— 17	„
inne (przeważnie martwe bez wyłowionych z morza)	— 7	„
na samolotach	— 2	„

W latach następnych ataki powtarzały się w słabszym na ogół nasileniu. Wszystko to wskazuje, że Anglia znajduje się pod stałym, silnym atakiem stonki, a opanowanie kraju jest kwestią aklimatyzacji szkodnika. Może to nastąpić, jeśli walka z tym szkodnikiem nie będzie prowadzona z całą intensywnością. Niezależnie od tego wydaje się, że nawet w wypadku zadomowienia się stonki w Anglii jej znaczenie będzie o wiele mniejsze niż na kontynencie europejskim, a to przede wszystkim dzięki wilgotnemu i chłodnemu klimatowi Anglii.

Ciekawe dane obrazujące agresywność stonki w jej inwazjach na północ podaje Small (1948), opisując atak szkodnika na wyspę Jersey w roku 1947. Intensywna walka ze szkodnikiem w latach poprzednich doprowadziła do oczyszczenia wyspy niemal zupełnie ze stonki. Koszty tej walki w roku 1946 wyniosły przeszło 40 000 funtów, tj. około 1 funt na głowę ludności.

W dniu 28 maja 1947 r. znaleziono 2 żywe chrząszcze, w ciągu zaś następnych 7 dni 386 żywych owadów znaleziono w ogrodach, na polach, ulicach, drogach, a wiele tysięcy martwych wyrzucało morze na brzeg. Od 5 czerwca doniesienia o wykrywaniu coraz nowych chrząszczy napływały co dzień i stało się rzeczą jasną, że nastąpiła masowa inwazja. Po kilku dniach chrząszcze znalazły drogę na ziemniaki i samice zaczęły składać jaja. Dużym wysiłkiem zlikwidowano szkodnika w latach następnych.

Jednakże w 1950 roku nastąpiła podobna, tylko znacznie silniejsza inwazja na wyspy w kanale La Manche. Fale morskie wyrzucały na brzeg całe masy chrząszczy żywych i martwych, (Biuletyn Międzynarodowego Komitetu do Walki ze Stonką z roku 1950), które następnie opanowały wszystkie ziemniaki. Tego rodzaju ataki od morza powtarzają się w różnym nasileniu niemal co rok.

Sytuacja do 1957 roku nie uległa w Anglii istotnym zmianom. W roku tym stwierdzono w głębi kraju 2 ogniska, natomiast miały miejsce zawleczenia chrząszczy z kontynentu. Na ziemniakach importowanych znaleziono 42 chrząszcze oraz na statku, samolocie i w portach dalsze 4 chrząszcze. W Szkocji, na wyładowanej pszenicy francuskiej w porcie Aberdeen stwierdzono obecność licznych chrząszczy stonki w dniu 20. IX. Łącznie przypuszczano, że w tym transporcie było około 1000 chrząszczy. Zboże poddano częściowo gazowaniu. Przypuszczalnie te chrząszcze, które nie uległy zatruciu i dostały się w głąb kraju z niegazowanymi par-

tiami pszenicy, nie wytrzymały surowych warunków szkockiej zimy (dane z Biuletynu Sekretarza Generalnego Zachodnioeuropejskiej i Śródziemnomorskiej Organizacji Ochrony Roślin — dr. Wilkinsa).

Wyspy Guernsey i Irlandia były w 1957 roku wolne od stonki. Na wyspie Jersey znaleziono w 1957 roku 26 martwych chrząszczy na plaży oraz 4, w tym 2 żywe — w różnych transportach z kontynentu.

Islandia jest wolna od stonki.

Zagrożenie Szwecji i Norwegii wzrosło znacznie wraz z zajęciem przez stonkę Danii i można liczyć się z wtargnięciem tego owada na niziną, południową część Szwecji poprzez cieśninę Kattegat. Inwazja ta jest tym możliwsza, że i w państwach skandynawskich znane są dość częste ostatnio wypadki zawleczenia chrząszczy na statkach. Na przykład Ahlberg (1950) podaje, że w jednym z magazynów portowych w Göteborg wykryto w końcu lata 1950 roku chrząszcza stonki. Owad zawleczony został na statku przybyłym z Antwerpii z ładunkiem żywych roślin. Również Lindfors (1951) wspomina o znalezieniu stonki w początkach lipca 1951 roku w Sztokholmie.

Wypadki zawleczenia powtarzają się sporadycznie i np. w 1957 roku znaleziono martwego chrząszcza w Örebrö (Szwecja) w nasionach buraka importowanych z Francji, a zebranych w 1951 roku. Świadczy to o dobrym funkcjonowaniu kwarantanny w Szwecji.

Do chwili obecnej stonka nie zadomowiła się w Szwecji ani w Norwegii.

UWAGI OGÓLNE O INWAZJI NA EUROPE

W obecnym czasie, gdy stonka licznymi ogniskami sięga na wschód od granicy Polski ze Związkiem Radzieckim, na południu objęła Włochy i Jugosławię, na zachód zajęła Hiszpanię, a na północy szturmuje Anglię i Skandynawię — można powiedzieć, że Europa jest niemal opatowana przez tego szkodnika. W ciągu 33 lat zajęła ona 16 państw europejskich, a dalsze 4 (Anglia, Szwecja, ZSRR i Bułgaria) są narażone na bezpośrednie ataki. Nie wstrzymały jej rzeki ani góry, z łatwością pokonała Alpy i Pireneje wykorzystując przełęcze, przesmyki lub doliny rzek. Jest rzeczą zdumiewającą, jak owad ten potrafił umiejętnie wyzyskać wszelkie możliwości dla poszerzenia swego zasięgu. Tam gdzie czynny lot był zawodny, przychodziły na pomoc prądy powietrza lub rzek, a w ostatecznym wypadku transport morski, lądowy, a nawet powietrzny. Niemal wszędzie, gdzie raz wtargnął, owad ten potrafił się zadomowić, mimo rzeczywistych wielkich wysiłków niektórych państw w kierunku zahamowania jego postępu. W kierunku wschodnim stonka przebyła w ciągu 36 lat odległość około 2000 km, czyli posuwała się śred-

nio z szybkością 60 km na rok. Postępy te odznaczały się nierównomiernością; zwykle po kilku latach względnie niewielkich zdobyczy terytorialnych następował rok gwałtownego skoku naprzód, kiedy to szkodnik od razu powiększał swój zasięg o kilkaset kilometrów.

W chwili obecnej zasięg stonki ziemniaczanej na wschodzie przebiega w przybliżeniu od wybrzeży Bałtyku (Lipawa) wzdłuż 22° długości geograficznej wschodniej, w pobliżu granic Polski wygina się na wschód do 25° , a dalej cofa się w rejonie Karpat do około 21° długości wschodniej, tuż za górami biegnie znowu na wschód do 26° długości wschodniej obejmując Ruś Zakarpacką i część Rumunii, na której terenie znowu cofa się do południka 24° i na terenie Jugosławii dochodzi do Adriatyku w pobliżu granicy z Albanią.

Nasilenie rozwoju szkodnika stale wzrasta i można przewidywać nowe przesunięcia szkodnika na dalsze tereny. Wyraźnie widać, że najsilniej zagrożone są obszary Białorusi i Ukrainy, ponieważ tam sięgają już ogniska szkodnika.

STONKA ZIEMNIACZANA W POLSCE

Zainteresowanie rozwojem sytuacji związanej z pojawieniem się stonki jako szkodnika było i jest w naszym kraju duże, co jest rzeczą zrozumiałą choćby z tego względu, że uprawa ziemniaka zajmuje u nas wyjątkowe miejsce. Ponad 17% powierzchni uprawnej znajduje się pod ziemniakami, Polska jest jednym z najpoważniejszych producentów tej rośliny.

Pierwsze wzmianki o stonce znajdujemy w naszej prasie rolniczej już w tych latach, gdy szkodnik w wielkich masach dotarł do wybrzeży Atlantyku, zajmując kontynent Ameryki Północnej. W tygodniku rolniczym „Ziemianin“, ukazującym się w Poznaniu, znajdujemy w numerze z roku 1875 pierwsze ostrzeżenie przed możliwością ukazania się stonki. Między innymi, czytamy tam: „Jeżeli chrząszcz ten z zaborami swymi będzie postępował ku wschodowi, to możemy się spodziewać, że niebawem zrobimy z nim bliższą znajomość i będzie rzeczą najpraktyczniejszą tak go przyjąć, jak na to zasługuje, gdyż bodaj się uda wstrzymać tego niebezpiecznego wroga.“ Dalej w tymże artykule czytamy o zarządzeniach wydanych przez szereg państw europejskich dla obrony przed wtargnięciem stonki. „Wiadomo mi — pisze nieznany autor — że niektóre rządy w Europie mają zakazać przywozu ziemniaków z Ameryki. Prawdopodobnie nie będą Amerykanie uprawiać ziemniaków, jak tyle, ile sami potrzebują, a więc zakaz będzie zbyteczny. W roku 1874 kosztowały ziemniaki w stanach zachodnich (Chicago) 1,25 dolara za bushel, tj. 2,25 talara za szefel.“

Tenże tygodnik z dnia 20 kwietnia 1878 roku oznajmia, że „rejencya poznańska obwieszczeniem z dn. 21 marca br. zwraca uwagę na możliwe znowu ukazanie się chrząszcza kolorado i połączone z tym dla ziemniaków niebezpieczeństwo, celem odwrócenia którego radzi zwracać baczną uwagę na pola ziemniaczane, a w razie ukazania się chrząszcza natychmiast energicznych chwycić się środków dla jego wytopienia.“

W dniu 17 sierpnia tegoż roku tygodnik podaje, że „chrząszcz kolorado, jak donosi „Deutsche landw. Presse“, miał się znów pojawić w Niemczech, w Palatynacie, w miejscowości Lamprecht, dokąd dostał się z ziemniakami sprowadzonymi z Ameryki.“

Wreszcie „Ziemianin“ z dnia 21 września 1878 roku podaje rewelacyjną informację o pojawieniu się stonki w obecnych granicach Polski. Czytamy tam, że „chrząszcz kolorado pojawił się na polu z ziemniakami w okolicy Suwałk w Królestwie Polskim, 3 mile od granicy pruskiej i to na przestrzeni 1,5 dziesiątyn“ (ok. 6 mórg pruskich). Petersburski „Głos“ pisze o tym: „Wskutek rozporządzenia gubernatora przybyli na miejsce natychmiast znawcy i policja i stwierdzili, że liście ziemniaków miejscami aż do łodygi zupełnie były obgryzione, jako też na pozostałych liściach leżały poczwarki, które bardzo przypominały dwumiesięczne poczwarki chrząszcza kolorado. Na całym kawałku liście ścięto i spalono. Na wiadomość o tym Ministerium Spraw Wewnętrznych wystosowało telegraficzne zawezwanie do rządu gubernialnego w Warszawie, ażeby takowy bez zwłoki o to się postarał, by przestrzeń chrząszczem nawiedzona została zaorana, polana petroleum i za pomocą chrustu itd. zapalona. Kilka egzemplarzy tego owada posłano dla naukowego zbadania do Petersburga, nie podlega już wątpliwości, że to jest straszny chrząszcz kolorado (*Doryphora decemlineata*)“.

Wiadomość tę należy przyjmować z dużymi zastrzeżeniami, już choćby z uwagi na zupełnie fałszywy opis szkodnika oraz brak jakichkolwiek bliższych danych o tym fakcie.

Poważne zainteresowanie stonką rozpoczyna się u nas z chwilą jej zaidomowienia się w Europie i szybkich postępów w kierunku wschodnim. Nasi naukowcy biorą czynny udział w Międzynarodowym Komitecie do Walki ze Stonką Ziemniaczaną, w którym stałym obserwatorem jest w tym czasie prof. dr Stanisław Minkiewicz. Z okresu międzywojennego pochodzą też pierwsze publikacje popularno-naukowe o stonce (Minkiewicz 1930). W roku 1958 została delegowana dr M. Boczkowska do Francji celem zapoznania się na miejscu z zagadnieniem tego szkodnika. Konieczność tych kontaktów podyktowana była uzasadnionym dziś przypuszczeniem, że mogą zaistnieć okoliczności, które nakażą nam prowadzić walkę ze stonką na własnej ziemi.

Według źródeł niemieckich cytowanych przez Bogdanowa-Kat-

kowa (1947), pierwsze ogniska na prawym brzegu Odry wykryto 15 lipca 1944 roku we wsi Drzewce (Leichholz) w okolicy Strykowa (Westernberg), 50 km na południe od Gorzowa. W rejonie tym wykryto 3 punkty zarażenia w sąsiadujących ze sobą wioskach: Drzewce, Trzebiechów i Plinka. Łączna powierzchnia opianowana przez stonkę wynosiła 3425 m². Jak wynika z informacji, ogniska te zostały zlikwidowane radykalnymi metodami. Wielokrotne lustracje tego terenu przez nasz personel ochrony roślin prowadzone w latach 1945–1949 nie wykazały obecności szkodnika w tym rejonie.

Za pierwsze ognisko na terenie Polski należy uznać więc teren wsi Goleniawy położonej w gminie Samsonów w województwie kieleckim (17 km na północ od Kielc), wykryte w pierwszych dniach czerwca 1946 r. (rys. 17). Szkodnika znaleziono tam na 8 sąsiadujących ze sobą polach o łącznej powierzchni około 3 ha, położonych przy linii kolejowej Ra-



Rys. 17. Ogniska stonki w Polsce w latach 1946–1949 (oryg.).
Centres of the Colorado beetle in Poland in the years 1946–1949 (orig.).

dom—Kielce. W lipcu wykryto jeszcze dwa punkty występowania szkodnika odległe o kilkadziesiąt metrów od zasadniczego ogniska, a obejmujące 20 m² i 3 m². Nasilenie szkodnika w ognisku właściwym było duże, tak że zebrano tu 2 wiadra larw i chrząszczy. Zastosowano natychmiast radykalne metody walki w celu zlikwidowania tego ogniska. Przypuszczać należy, że ognisko to zaistniało już w roku 1944 wskutek zawleczenia chrząszczy wraz z transportami dla biwakujących tu przez całe lato niemieckich wojsk okupacyjnych. W tym też czasie nadeszły konkretne wiadomości o zasięgu stonki na zachodzie. Z ust Bogdanowa-Katkowa wracającego z Niemiec dowiedzieliśmy się, że szkodnik opanował całe Niemcy dochodząc pojedynczymi ogniskami do granicy nad Odrą. Taka sytuacja wymagała zorganizowania planu akcji celem wykrycia ewentualnych ognisk na terenie kraju, ich likwidacji i przygotowania się do inwazji, która mogła nastąpić z zachodu. Zasadniczym elementem obrony kraju były zarządzane lustracje upraw ziemniaczanych. W ich wyniku w roku 1947 wykryto 9 ognisk stonki rozrzuconych po całym terenie kraju (rys. 17 oraz tab. 2).

Tabela 2

Lokalizacja ognisk stonki wykrytych w Polsce w 1947 r.

Localization of centres of the Colorado beetle discovered in Poland in 1947

Lp.	Miejscowość	Data wykrycia	Powierzchnia zaatakowana w ha	Ilość pól zaatakowanych
	1	2	3	4
1	Szum, pow. Oleśno, gm. Bogacice	25. VII	0,81	5
2	Budkowice, pow. Opole, gm. Bukowo	23. VI	5,96	29
3	Bukowa, pow. Opole, gm. Zagwizdże	16. VII	0,16	1
4	Racibórz	18. VII	0,74	26
5	Bartków, pow. Kielce	20. VII	0,2	1
6	Zagnańsk, pow. Kielce	20. VII	0,4	2
7	Goleniawy, pow. Kielce, gm. Janaszów	28. VII	0,7	3
8	Cieplice, gm. i pow. Wołów	26. VII	0,7	1
9	Irena, gm. i pow. Garwolin	17. VII	7,0	35
	Razem		16,87	103

1 — locality,

2 — date of discovery,

3 — surface of centres,

4 — number of fields,

Ogniska w Bartkowie, Zagnańsku i Goleniawach były recydywami lub pochodnymi ogniska z roku ubiegłego, pozostałe stanowiły mniej lub więcej zadomowione nowe ogniska. Szczególnie groźne były ogniska w Budkowicach i Irenie koło Dębłina. Zwłaszcza to drugie ognisko, z uwagi na swój obszar i położenie w głębi kraju, stanowiło wielkie niebezpieczeństwo. Jak wykazała analiza, powstało ono na skutek zawleczenia szkodnika z transportami bydła i paszy z Francji przez wojska okupacyjne przypuszczalnie w roku 1943. Wraz z energiczną akcją likwidacji ognisk wykrytych w roku 1947 rozpoczęto pierwsze własne badania w zorganizowanych punktach badawczych na terenie ognisk w Budkowicach i w Irenie. Badania te dostarczyły pierwszych, cennych informacji o rozwoju szkodnika w warunkach naszego klimatu oraz o metodach walki. Badania przerwano wraz ze zlikwidowaniem tych ognisk, a wyniki tych badań ukazały się w druku, stanowiąc pierwsze materiały naukowe odnoszące się do stonki (Miksiewicz 1948, Ruszkowska 1949, Węgorek 1949).

O skuteczności i dokładności zastosowanych metod walki może świadczyć fakt, że na ognisku w Irenie, gdzie w roku 1947 stonkę zbierano wiadrami, w roku 1948 znaleziono zaledwie 6 chrząszczy, a w latach następnych nie znaleziono szkodnika w żadnym stadium. Również i inne groźne ogniska wykryte w roku 1947 zostały w ciągu lat następnych całkowicie zlikwidowane.

W następnym — 1948 roku wykryto łącznie 33 ogniska stonki, z czego 3 stanowiły słabe recydywy ognisk ubiegłorocznych (w Irenie, Budkowicach i Raciborzu), reszta zaś były to ogniska nowe. Charakter i lokalizacja większości z nich wzdłuż granicy z NRD wskazywały, że pochodzą one z nalotów z Niemiec. Ogniska te, tworzące punkty zarażenia, obejmowały zwykle kilka sąsiadujących ze sobą krzaków ziemniaczanych opanowanych przez potomstwo jednej samicy. Sytuacja, jaka zaistniała w roku 1948 wskazywała na zbliżające się niebezpieczeństwo silnego ataku z zachodu. Likwidacja wszystkich ognisk miała przebieg pomyślny i doprowadziła do oczyszczenia tyłów z zadawnionych ognisk. Lokalizację ognisk w roku 1948 podaje tabela 3 i rys. 17.

Położenie w roku 1949 uległo znacznej poprawie, mianowicie, mimo dokładniejszego niż w latach poprzednich prowadzenia lustracji wykryto jedynie 12 ognisk (tab. 6 i rys. 17).

Wszystkie one stanowiły małe punkty zarażenia obejmujące kilka sąsiadujących ze sobą krzaków ziemniaczanych. Lokalizacja ich na terenach zachodnich wskazywała na to, że pochodzą one z przelotów szkodnika z zachodu. Interesujące jest pojawienie się ogniska przy granicy wschodniej. Ten obszar zarażenia powtarza się w latach następnych w słabym nasileniu, ograniczającym się zwykle do kilku chrząszczy i ich

potomstwa. Nasuwa się przypuszczenie połączeń tego ogniska z dużym ogniskiem w ZSRR w rejonie Lwowa. Również ogniska wykryte w roku 1949 zostały radykalnie zniszczone.

W takiej sytuacji nastąpiła masowa inwazja stonki w roku 1950. Atak szkodnika nastąpił w ostatniej dekadzie maja i to dwoma frontami: od morza, gdzie na długości około 100 km wybrzeża od Świnoujścia na wschód fale wyrzucały żywe chrząszcze, oraz wzdłuż całej granicy niemieckiej, gdzie masy chrząszczy, dokonawszy wielkich przelotów z zachodu, objęły od razu całe tereny województwa szczecińskiego, poznańskiego, zielonogórskiego i wrocławskiego oraz częściowo województwo koszalińskie i bydgoskie.

Rozwój sytuacji na Wybrzeżu przebiegał następująco. Dnia 24 maja 1950 r. dwaj robotnicy Hydrotrestu znaleźli w porcie Świnoujście pierwsze okazy stonki ziemniaczanej, wyrzucane przez fale i zameldowali o tym Stacji Ochrony Roślin w Szczecinie. Stacja zarządziła natychmiast codzienne lustracje wybrzeża od Świnoujścia aż do Słupska. Dnia 29 maja ilość zebranych owadów na brzegu morskim przekroczyła 5000 sztuk. W dalszych dniach fale wyrzucały coraz mniejsze ilości chrząszczy, ostatnie zaś okazy znaleziono w dniu 13 czerwca. W całym tym okresie, tj. od 24 maja do 13 czerwca zebrano 7323 chrząszcze.

Mimo że inwazja od morza zaskoczyła nas tak swoim rozmiarem, jak też zgola niespodziewanym kierunkiem, udało się ją stosunkowo łatwo i dokładnie opanować. Niebezpieczeństwo przeniknięcia owada w głąb terytorium zlikwidowano przy pomocy wspomnianych codziennych lustracji Wybrzeża na 5 km w głąb lądu oraz przez zastosowanie opylania pasa długości 220 km i szerokości 50—1000 m preparatem DDT. Akcja ta miała na celu stworzenie pasa zaporowego uniemożliwiającego przedostanie się owada na tyły. Opylanie wykonano samolotami w dniach 2—9 czerwca 1950 r.

W tym samym czasie, gdy morze wyrzucało chrząszcze stonki i gdy wydawać się mogło, że stamtąd właśnie grozi nam największe niebezpieczeństwo, zaczęły napływać meldunki z terenu województwa szczecińskiego, poznańskiego i wrocławskiego o znajdowaniu pojedynczych egzemplarzy tego owada.

Pierwsze ogniska wykryto w poszczególnych województwach w następujących dniach:

w woj. poznańskim	24. V	w pow. N. Tomysł	— 1 chrząszcz
„ „	szczecińskim	25. V	„ „ Chojna — 1 „
„ „	wrocławskim	1. VI	„ „ Głogów — 1 „

Od tych dat poczynając na terenach zachodnich województw znajdowano coraz więcej chrząszczy i wkrótce stało się rzeczą jasną, że mamy

Wykaz ognisk stonki ziemniaczanej w 1948 r.
List of centres of the Colorado beetle in 1948

Tabela 3

Lp.	Województwo i powiat	Miejscowość	Data wykrycia ogniska	Ilość stonki w sztukach	
				imago	larw
	1	2	3	4	5
Dolnośląskie					
1	pow. Szprotawa	Sucha Dolna	18. VI	2	50
2	„ Żary	Jasień	24. VI	—	78
3	„ Głogów	Kwilice	24. VI	19	1000
4	„ Legnica	Rogoźnik	26. VI	15	593
5	„ Szprotawa	m. Szprotawa	26. VI	6	196
6	„ Głogów	Nowy Dwór	29. VI	100	1200
7	„ Szprotawa	Krepnica	4. VII	—	287
8	„ Głogów	Trzebiecz	4. VII	—	103
9	„ Żagań	Rzeka	9. VII	4	371
10	„ Głogów	Obisz	5. VII	—	30
11	„ Szprotawa	Kozielice	10. VII	1	93
12	„ Szprotawa	Wysokie	4. VII	2	19
13	„ Głogów	Kurów Mały	15. VII	—	30
14	„ Szprotawa	Gościszowice	12. VII	—	23
Poznańskie i Z. Góra					
15	pow. Gostyń	Siemowo	2. VI	9	4
16	„ Jarocin	Pioruszyce	8. VI	51	280
17	„ Międzyrzecz	Chociszew	3. VI	100	—
18	„ Słubice	Gądków Wielki	27. VI	179	333
19	„ Sulęcín	Mała	15. VI	1	—
20	„ Słubice	Bielice	26. VI	—	136
21	„ Sulęcín	Prześlíce	25. VI	8	71
22	„ Wolsztyn	Kramsko	1. VII	—	123
23	„ Krosno	Połęcko	3. VII	—	58
24	„ Wolsztyn	Podmokle M.	5. VII	—	11
25	„ Sulęcín	Sienawa	9. VII	1	170
26	„ Słubice	Garnacz	14. VII	1	26
Śląsko-Dąbrowskie					
27	pow. Opole	Stare Gosławice	12. VI	1	2
28	„ Racibórz	Nowe Zagrody	13. VI	13	372
Lódzkie					
29	pow. Konecki	Królewiec	14. VI	1	—
Kieleckie					
30	pow. Kozienice	Jaroszyn	19. VIII	2	—

c. d. tabeli 3

	1	2	3	4	5
31	Pomorskie pow. Inowrocław	Zawiszyn	30. VI	1	—
32	Olsztyńskie pow. Braniewo	Karszewo	16. VI	1	—
33	Warszawskie pow. Garwolin	Irena k./Dęblina	14. VI	6	18

1—2 — locality,

3 — date of discovery,

4—5 — number of imago and larvae

Tabela 4

Wykaz ognisk stonki ziemniaczanej w 1949 r.

List of centres of the Colorado beetle in 1949

Lp.	Województwo	Powiat	Miejscowość	Zaatakowana powierzchnia w ha
	1	2	3	4
1	Lubelskie	Kraśnik	Zakrzówek	.
2	Pomorskie	Bydgoszcz	Pauliny	0,09
3	Szczecińskie	Chojna	Cedynia	0,42
4	"	Kamień	Stawno	0,37
5	"	Myślibórz	Mystka	2,5
6	Zielonogórskie	Ślubice	Ślubice-Garbacz	1,0
7	Poznańskie	Jarocin	Jarocin Grab.	0,5
8	"	Krotoszyn	Sulmierzyce	0,38
9	Zielonogórskie	Sulęcín	Sulęcín-Maszków	0,05
10	"	Ślubice	Rapice	0,25
11	Wrocławskie	Zary	Bieniew	0,4
12	Opolskie	Opole	Kaniów	5,0

1—3 — locality,

4 — surface of hearth,

do czynienia z pierwszym w historii masowym atakiem stonki ziemniaczanej. W toku zarządzonych nadzwyczajnych lustracji na terenach zagrożonych znajdowano w okresie od 24 maja do 7 czerwca chrząszcze

Tabela 5

Narastanie ilości opianowanych przez stonkę gromad w 1950 r.

Growth of the number of communities infected by the Colorado beetle in 1950

Województwo Locality	1. VI	10. VI	20. VI	30. VI	10. VII	22. VII	10. VIII	20. VIII
Szczecińskie	4	145	168	252	445	904	950	976
Poznańskie	4	25	93	400	1104	1369	1507	1750
Wrocławskie	1	27	36	130	380	649	686	829
Bydgoskie	—	—	—	3	20	35	35	53
Katowickie	—	—	—	—	2	2	2	2
Lubelskie	—	—	—	—	—	1	1	1
Gdańskie	—	—	—	—	—	2	2	2
Razem	9	197	297	785	1951	2962	3183	3613
Przyrosty	9	183	100	488	1166	1009	221	439



Rys. 18. Ogniska stonki w Polsce w roku 1950 (oryg.).
Centres of the Colorado beetle in Poland in 1950 (orig.).

stonki ziemniaczanej w najbardziej nieoczekiwanych miejscach, na przykład na podwórkach domów, na ulicach, w rowach przydrożnych, na łąkach, a nawet na ubraniach przechodniów. Nierzadko widziano chrząszcze w locie, osiadające w przypadkowych miejscach. W następnych dniach chrząszcze odszukały uprawy ziemniaczane i na nich się skoncentrowały, tu też wyłącznie je znajdowano. Wykrywanych ognisk było początkowo niewiele, z biegiem czasu jednak przyrost ich stawał się coraz gwałtowniejszy i wkrótce stanęliśmy w obliczu istnienia tysięcy ognisk. W tabeli 5 podajemy ilości gromad zarażonych w pewnych okresach, dla zobrazowania narastania opanowania terenu.

Tabela 6

Ilość ognisk stonki ziemniaczanej w Polsce
w latach 1946–1958
Number of centres of the Colorado beetle
in Poland in 1946–1958

Rok	Ilość ognisk	
	Ogółem	w tym zwartych
1	2	3
1946	1	1
1947	9	3
1948	35	0
1949	12	0
1950	11 575	0
1951	37 308	816
1952	100 699	5 483
1953	225 611	8 868
1954	223 836	10 156
1955	228 124	
1956	312 581	2 625
1957	495 284	7 175
1958	669 430	12 817

1 — year,

2 — general quantity of hearth,

3 — quantity of strong infected fields,

Jak widać z tabeli 5, najwięcej ognisk wykrywano w lipcu. Wiąże się to z rozwojem szkodnika, w tym czasie występowały masowo larwy starszego wieku, łatwe do zauważenia na roślinach ziemniaków.

W licznych gromadach było wiele punktów wystąpienia, tak że globalna ilość ognisk wykrytych w roku 1950 wyniosła 11 575.

Inwazja roku 1950 była jedną z największych znanych w historii ston-

ki ziemniaczanej. Szkodnik zrobił bardzo duży skok na wschód. Przyjmując, że nalot stonki pochodził z terenów przyległych do naszej granicy zachodniej, zasięg przelotów szkodnika wyniósł do 350 km, na taką bowiem głębokość sięgnął klin, jakim stonka wtargnęła do Polski (rys. 18). Nizinny charakter terenów zachodnich i brak jakichkolwiek zasłon lub

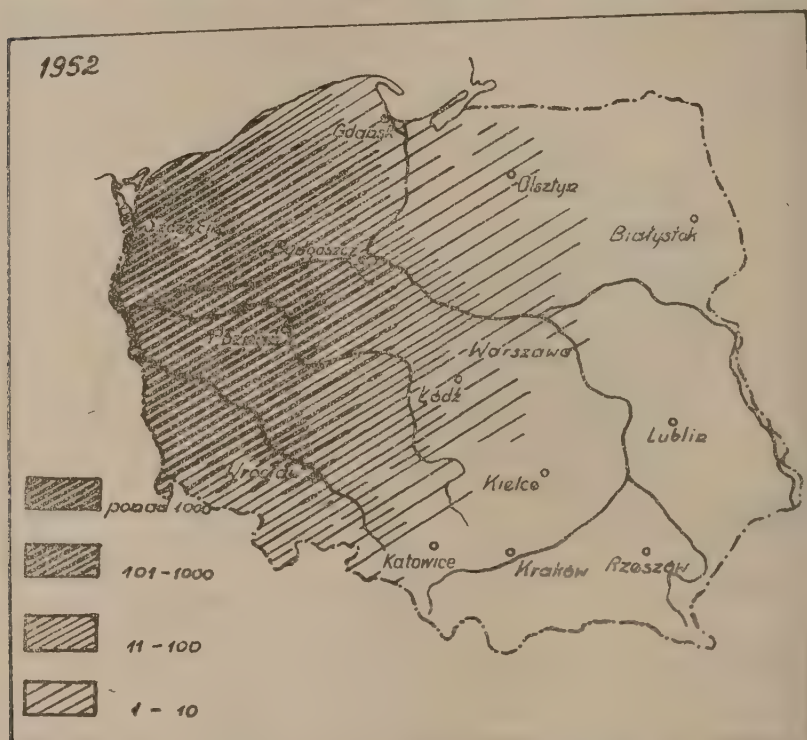


Rys. 19. Ogniska stonki w Polsce w roku 1951 (oryg.).
Centres of the Colorado beetle in Poland in 1951 (orig.).

przeszkód na drodze postępów stonki umożliwił jej tak głębokie wtargnięcie.

Tak nagle pogorszenie się sytuacji wymagało olbrzymiego wysiłku, aby nie dopuścić do całkowitego załamania się obrony. Rząd powziął specjalne kroki celem opanowania sytuacji powołując pełnomocnika do walki ze stonką, którym mianowano autora tej pracy. Dzięki szybkiemu zorganizowaniu specjalnych kolumn do walki ze stonką, sprowadzeniu koniecznych aparatów i środków chemicznych oraz ofiarnej pracy specjalistów udało się zlikwidować wszystkie wykryte ogniska. Niemniej

jednak, mimo bezsprzecznych sukcesów, rozmnażanie stonki w nie wykrytych ogniskach następowało tak szybko, że zapas chrząszczy zimujących wystarczył, aby w roku następnym sytuacja uległa dalszemu pogorszeniu. Poczynając od roku 1950 szkodnik czynił stałe, szybsze lub



Rys. 20. Ogniska stonki w Polsce w roku 1952 (oryg.).
Centres of the Colorado beetle in Poland in 1952 (orig.).

wolniejsze postępy przy jednoczesnym wzroście zagęszczenia ognisk na terenach zajętych, jak też i wzroście ilości szkodnika w ogniskach.

Rysunki 19, 20, 21, 22 oraz tabela 6 obrazują postępy stonki w latach 1951–1958 i narastanie ognisk. W latach tych nie obserwowaliśmy masowych nalotów z zachodu, tak że dalsze postępy stonki polegały na rozprzestrzenianiu się chrząszczy pochodzących z naszych ognisk. W tym też okresie zarysowała się dość wyraźnie linia głównego ataku stonki ziemniaczanej. Idzie ona mianowicie środkowym pasem Polski wzdłuż Krainy Wielkich Dolin a następnie odchyła się ku południowi w kie-

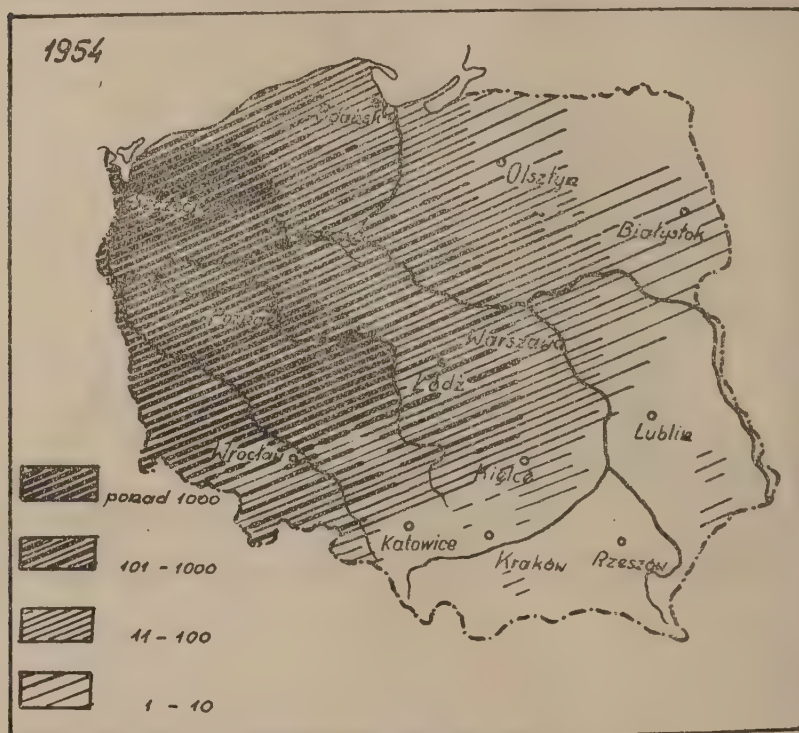
runku Lublina i Rzeszowa. W latach poprzednich atak główny szedł od Warszawy na Białystok, jednak obecnie nasilenie szkodnika na ziemiach północno-wschodnich wyraźnie zmalało, natomiast silnie wzrasta ilość ognisk w województwach południowo-wschodnich. Obrazuje to tabela 7.



Rys. 21. Ogniska stonki w Polsce w roku 1953 (oryg.).
Centres of the Colorado beetle in Poland in 1953 (orig.).

Obejmowanie terenów Podkarpacia postępuje o wiele wolniej. Przyczynę tego widzimy zarówno w kierunkach panujących wiatrów, jak też i w charakterze rolniczym różnych obszarów kraju. Na uwagę zasługuje również fakt cofania się stonki z terenów nadmorskich. W powiatach przylegających do morza stonka początkowo występowała dość licznie w wyniku nalotu dużej masy chrząszczy w okresie inwazji w roku 1950. W latach następnych daje się zauważyć zmniejszenie ilości ognisk, co nie może być tłumaczone lepszą walką na tym terenie. Przyczynę słabszego rozwoju szkodnika na Wybrzeżu widzimy w niekorzystnym układzie czynników klimatycznych tego rejonu dla rozwoju stonki.

Narastanie powierzchni ziemniaków opianowanej przez stonkę wzrasta u nas stosunkowo powoli. W roku 1953 było opianowane 9,3% ziemniaków, w 1955 — 11,5% i w roku 1957 — 15,5%. Biorąc pod uwagę odpowiednie cyfry w krajach sąsiednich (NRD i Czechosłowacja) stwierdzić



Rys. 22. Ogniska stonki w Polsce w roku 1954 (oryg.).
Centres of the Colorado beetle in Poland in 1954 (orig.).

można, że walka ze stonką daje u nas dość dobre rezultaty. Jeśli się weźmie pod uwagę, że w ogólnej liczbie ognisk olbrzymią przewagę stanowią ogniska małe, częstokroć wyrażające się obecnością pojedynczych chrząszczy, lub kilku larw, to trzeba uznać, że w obecnej chwili zagrożenie plonów naszych pól ziemniaczanych jest jeszcze niewielkie. Stan taki możemy utrzymać i na przyszłość, jeśli walka ze stonką będzie prowadzona intensywnie i przy pełnym zrozumieniu niebezpieczeństwa grożącego z jej strony. Należy bowiem pamiętać, że w ilości wykrytych ognisk tkwi wielkie, potencjalne niebezpieczeństwo gwałtownego rozmnożenia się szkodnika, co pociągnąć by mogło znaczne szkody w uprawie ziemniaków.

Tabela 7

Ilość zarażonych miejscowości
i ilość wykrytych ognisk w poszczególnych województwach w roku 1957 i 1958
Number of infected localities and of discovered centres in separate voivodship
in 1957 and 1958

Województwo	Stan na 31 sierpnia 1958 r.		Stan w 1957 r.	
	Ilość zarażonych miejscowości	Ilość wykrytych ognisk	Ilość zarażonych miejscowości	Ilość wykrytych ognisk ogółem
1	2	3	4	5
Warszawa	2 754	20 105	2 577	15 387
Bydgoszcz	2 673	41 263	2 437	23 954
Poznań	3 933	224 675	4 131	181 676
Łódź	3 309	53 946	3 537	48 836
Kielce	1 829	9 230	1 304	5 880
Lublin	252	480	49	65
Białystok	19	23	47	56
Ólsztyn	588	1 705	112	159
Gdańsk	455	1 357	162	319
Koszalin	1 356	26 465	923	8 558
Szczecin	1 121	49 221	970	26 714
Zielona Góra	1 116	84 260	1 116	65 694
Wrocław	2 600	90 074	2 528	76 062
Opole	1 056	41 619	1 062	33 352
Katowice	1 008	20 468	749	8 501
Kraków	801	3 646	107	229
Rzeszów	336	895	18	40
Razem	25 206	669 430	21 829	495 284

1 — province,

2 — quantity of infected localities in 1958 year,

3 — quantity of hearth in 1958 year,

4 — quantity of infected localities in 1957 year,

5 — quantity of hearth in 1957 year,

BIOLOGIA STONKI ZIEMNIACZANEJ

OGÓLNY ZARYS ROZWOJU

W zasadniczych rysach rozwój stonki ziemniaczanej przebiega następująco: zimujące w ziemi chrząszcze wychodzą wiosną, a po odszukaniu ziemniaków żerują, kopulują i samice przystępują do składania jaj, dając początek rozwojowi pierwszego pokolenia. Z jaj wylęgają się larwy, stopniowo rosną, a następnie wchodzą do gleby i tam się przepoczwar-

czają. Po pewnym czasie wychodzą młode chrząszcze i w ten sposób kończy się rozwój generacji. W rejonach o ciepłym klimacie te młode chrząszcze przystępując do składania jaj, dają początek drugiemu pokoleniu rozwijającemu się identycznie jak pierwsze. W wyjątkowo ciepłych rejonach chrząszcze drugiego pokolenia mogą składać jaja, dając tym samym początek trzeciemu pokoleniu. W naturalnych warunkach nie jest łatwo odróżnić poszczególne generacje, ponieważ zachodzą one na siebie, a to wskutek przewlekłości w składaniu jaj przez samice. Wraz z nastaniem chłódów jesiennych ustaje rozwój. Schodzenie chrząszczy do ziemi na zimowanie następuje pod koniec lata, przy czym na termin schodzenia mają wpływ różne czynniki ekologiczne, o których będzie mowa niżej. Ponieważ zimować mogą jedynie chrząszcze, przeto wszystkie inne stadia giną, jeżeli warunki zewnętrzne nie pozwalają na zakończenie rozwoju.

Okres życia chrząszczy stonki ziemniaczanej wynosi normalnie rok, chrząszcze wychodzące na wiosnę z ziemi obumierają do jesieni lub schodzą drugi raz na zimowanie, lecz giną tam przed wiosną. Znane są sporadyczne wypadki dwuletniego życia chrząszczy. Trouvelot (1936) podaje, że życie owada dorosłego trwa od 1 do 13 miesięcy, ale notowano wypadki 3-letniego życia.

W szczegółach biologia stonki przedstawia się następująco:

WYLOT WIOSENNY

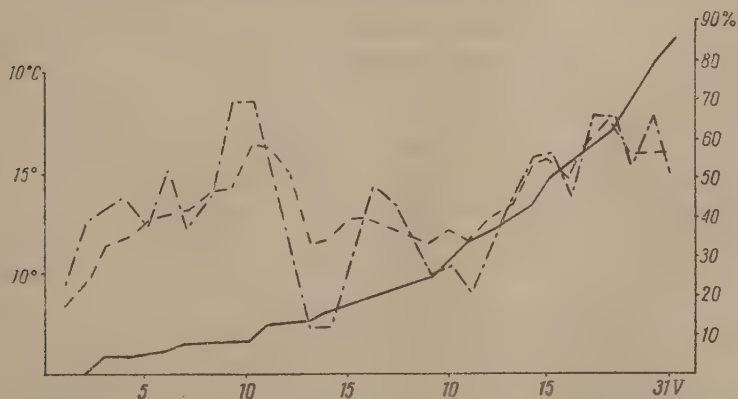
Termin pojawu chrząszczy na wiosnę jest dość różny w poszczególnych latach i według Boczkowskiej (1948) nie zależy od temperatury gleby. Autorka przytacza fakty wychodzenia chrząszczy z ziemi we Francji jeszcze w okresie zimy. O ruchliwości stonki i rozpoczęciu normalnych przejawów życiowych decyduje temperatura otoczenia, która winna wynosić 15° . Inni jednak autorzy opierają termin wychodzenia chrząszczy z ziemi na przebiegu temperatur. Klein-Krauthelm (1950) podaje, że wylot chrząszczy ma miejsce, gdy temperatura gleby na głębokości 50 cm utrzymuje się przez 10 dni na poziomie $16,6^{\circ}$. Trouvelot i Grison (1946 i 1948) oraz Grison (1948) podają zbliżone, choć nie identyczne temperatury. Leib (1951) podaje jako temperaturę krytyczną masowego pojawu chrząszczy na powierzchni gleby piaszczystej $14,7^{\circ}$ dla warstwy 50 cm.

W naszych badaniach (Węgorzek 1957 a) obserwowaliśmy rozpoczęcie wylotu chrząszczy przy średniej temperaturze gleby $13,7^{\circ}$ na głębokości 20 cm. Wieloletnie nasze obserwacje wskazują jednak, że opieranie się w tym wypadku tylko na temperaturach gleby nie jest słuszne, ponieważ prowadzi do znacznych omyłek. Chrząszcze po wyjściu z ziemi mogą ponownie kryć się w razie chłodu i nie wykazywać żadnej aktywności.

Toteż wydaje się rzeczą konieczną łącznie wskaźników temperatury gleby z temperaturą powietrza i precyzowanie terminu początku pojawu chrząszczy w ten sposób, że następuje on, gdy gleba ogrzeje się na głębokości 20 cm do 14° , a średnia zewnętrzna temperatura ustali się na poziomie 15° . W okresach ochłodzenia, co często ma miejsce na przykład w Polsce, chrząszcze mogą wychodzić z gleby w godzinach jej silnego nagrzewania, ale zastając na zewnątrz warunki nie sprzyjające, kryją się ponownie do gleby. Ruch chrząszczy w takich warunkach może następować jedynie w najcieplejszych godzinach dnia.

Z dotychczasowych badań naszych wynika, że termin pojawu chrząszczy wiosną może być dość różny. Najwcześniej obserwowaliśmy chrząszcze w roku 1953, a mianowicie 20. IV, najpóźniej zaś w roku 1955 — 3. VI (mowa o regularnym wychodzeniu, a nie o sporadycznym). Busnel (1939) wspomina, że na wyjście chrząszczy z ziemi wpływa też w silnym stopniu wilgotność. Wilgoć jest niezbędna dla owada, który musi nabrać wody po zimowaniu. Jest to pogląd słuszny, ponieważ zauważyliśmy w naszych badaniach, że chrząszcze zimujące w ziemi suchej nie wychodziły w ogóle na wiosnę z ziemi, lecz pozostawały w niej przez całe lato (Węgorek 1957 b, Piekarczyk 1956 b).

Ogólnie rzecz biorąc, wylot chrząszczy z ziemi jest zwykle przewlekły i trwa nawet ponad miesiąc. Dla przykładu podajemy przedstawiony na rysunku 23 przebieg wychodzenia chrząszczy z ziemi w roku 1954 w Poznaniu. Wylot chrząszczy w okresie początkowym, tj. w dwóch pierw-



Rys. 23. Krzywa wylotu chrząszczy stonki z ziemi (linia ciągła) w związku z temperaturą gleby (linia przerywana) i temperaturą powietrza (linia przerywano-kropkowana) (oryg.).

Curve of the flight of the Colorado beetle emerging from the earth (continued line), relating to the soil temperature (interrupted line) and to the air temperature (interrupted-dotted line) (orig.).

szych dekadach maja był powolny. Intensywniej zaczęły wychodzić z ziemi chrząszcze mniej więcej około 20–25 maja. Konfrontując krzywą wylotu z przebiegiem temperatury gleby (linia przerywana) i powietrza (linia przerywano-kropkowana) w maju widać, że początkowy odcinek krzywej wylotu nie jest zależny od temperatur gleby czy powietrza, wylot zachodzi dość równomiernie i powoli nawet w dni silnego ochłodzenia między 13–23 maja, kiedy to temperatura gleby obniżyła się do około 11° , a powietrza do 7°C . Szczegółowe obserwacje wykazały, że na wychodzenie chrząszczy w tym czasie miały wpływ maksymalne temperatury dnia i nasłonecznienie. W godzinach południowych następowało dość znaczne ogrzanie powierzchni gleby i jej górnej warstwy, powodując ruchy chrząszczy znajdujących się tuż pod powierzchnią gleby. Chrząszcze te wychodziły na zewnątrz, wykazywały nawet dość znaczną aktywność, a następnie z nastaniem chłodu wkopywały się płytko.

Konfrontacja okresu wylotu stonki ze zjawiskami fenologicznymi ziemniaka wskazuje, że w Polsce na ogół wylot stonki rozpoczyna się wcześniej niż wschodzenie ziemniaków. Szczegółowe obserwacje z roku 1954 są uwidocznione w tabeli 8.

Tabela 8

Wylot chrząszczy stonki
na tle zjawisk fenologicznych ziemniaka
Flight of the beetle

on ground of phenological phenomena of the potato

Data	Procent chrząszczy na powierzchni	Procent wschodów ziemniaków
1	2	3
15. V	30	0
28. V	70	12
5. VI	100	52
8. VI	100	62
11. VI	100	82

1 — date,

2 — percent of insects on the surface,

3 — emerge of potatoes in percent,

Okazuje się więc, że w naszych warunkach stonka w głównej swej masie opuszcza ziemię przed ukazaniem się ziemniaków normalnie sadzonych. Obserwacja ta ma duże znaczenie dla wyjaśnienia sprawy rozlotów stonki i opanowywania przez nią pól ziemniaczanych.

Dla celów praktycznych podstawowe znaczenie ma nie tyle termin pierwszego pojawu, co termin pojawu głównej masy chrząszczy. Masowy

wylot następuje zwykle w dość wąskim przedziale czasu, wynoszącym do 10 dni, a ma miejsce wtedy, gdy temperatura gleby podniesie się do około 15°, temperatura zaś powietrza ustali się na poziomie około 20°. Szczególnie masowy i równoczesny wylot obserwuje się wtedy, gdy po długotrwałych chłodach wiosennych nastąpi w końcu maja gwałtowne ocieplenie i spadnie ciepły deszcz. Najwygodniejsze dla praktyki jest stosowanie się do dat fenologicznych. Z kilkuletnich obserwacji naszych oraz Miksiewicza (1948) wynika, że wylot stonki z ziemi następuje w okresie kwitnienia lilaka pospolitego (*Syringa vulgaris*), żarnowca pospolitego (*Sorothamnus scoparius*), jarzębiny pospolitej (*Sorbus aucuparia*), a główne nasilenie uzyskuje w okresie kwitnienia bzu czarnego (*Sambus nigra*), kasztanowca zwyczajnego (*Aesculus hippocastanum*) oraz jaśminu (*Philadelphus coronarius*).

ROZLOT WIOSENNY

Bardzo ważnym momentem biologicznym stonki jest rozlot chrząszczy zimowych po wyjściu ich z ziemi. Prowadzi on do opanowywania pól ziemniaczanych przez chrząszcze i do zwiększania się zasięgu szkodnika. Przemieszczenia się chrząszczy z miejsc zimowania na nowe tereny mogą mieć zasięg daleki, na odległość nawet setek kilometrów, lub też na bliskie odległości, prowadząc do opanowywania sąsiednich pól ziemniaczanych. W pierwszym wypadku mówimy o makromigracjach, w drugim zaś o mikromigracjach.

Przyczyny dalekich przelotów stonki są mało zbadane. Próby wyjaśnienia ich na podstawie fizjologicznego stanu chrząszczy (Zenjakin i Karpunina 1955) nie dały rezultatu — być może z powodu zbyt szczupłego materiału badanego i niewłaściwego wyboru wskaźników fizjologicznych. Zdaje się być rzeczą bezsporną, że w masowych przelotach na dalekie odległości odgrywają poważną rolę czynniki klimatyczne, a mianowicie temperatura i wiatr. Jednakże stan fizjologiczny owadów odgrywać musi też znaczną rolę, stwarzając w chrząszczach predyspozycję do podrywania się w powietrze. Szczegółowe badania w tym kierunku są konieczne.

Osiadanie na polach chrząszczy wykonujących dalekie przeloty nie jest też przypadkowe. Brčak (1950) doszedł do wniosku, że miejsce lądowania chrząszczy leących półpasywnie z wiatrem zależy z jednej strony od konfiguracji terenu, a z drugiej od kierunku panujących wiatrów. Przedstawione graficznie przez tegoż autora miejsca opadania chrząszczy wskazują na to, że lądowanie następuje zwykle w miejscach niskich za wzniesieniem. Stoi to w związku ze zmniejszeniem siły wiatru i wirami powstającymi przy nagłym obniżeniu się terenu. Podobne obserwacje

czyniliśmy w roku 1950, kiedy znaczne ilości chrząszczy, po przelocie dużych odległości, opadały na pola zachodnich województw Polski. Często obserwowano spadanie owadów za ścianą lasu. Również wpadanie znacznych ilości chrząszczy do morza ma swe przyczyny w zmianie prądów powietrza zachodzących na brzegu morza.

Nieco więcej zebrano materiałów dowodowych odnoszących się do mikromigracji stonki. Zagadnienie to było i jest tematem naszych badań, a wyniki pozwalają na pewne wnioski. Z analizy wielu ognisk stonki powstających z przelotów chrząszczy zimowych daje się stwierdzić większe zagęszczenie tych owadów na brzegach pól przyległych do miejsc ich zimowania. Szczegółowe obserwacje wykazały, że w wypadku bliskiego sąsiedztwa pola ziemniaczanego z miejscem zimowania chrząszczy, tj. z zeszłorocznym polem ziemniaczanym, owady przemieszczają się przeważnie pieszo. Kierunek ruchu chrząszczy obserwowany przez nas w polu (Węgorek 1956) wskazywał na to, że chrząszcze poruszają się często pod wiatr, jeżeli wieje on od pola ziemniaczanego. Szczegółowe obserwacje wykonane przy pomocy pasów chwytnych wysadzonych na brzegach zeszłorocznych pól ziemniaczanych wskazywały też na licniejszą koncentrację chrząszczy na tych pasach, których oddziaływanie na pole jest możliwe. Na przykład w roku 1954 na pas ziemniaków wysadzonych od strony otwartego terenu wyłowiono 1511 chrząszczy, a na taki sam pas położony na brzegu pola przyległy do lasu — zaledwie 62 sztuki. W podobnym doświadczeniu w roku 1955 na pas położony od strony otwartej wyłowiono 2137 chrząszczy, a na pas przy lesie tylko 13 okazów (Węgorek 1956). Szczegółowa analiza mikroklimatu obu pasów oraz czynników biotycznych nie dała wyjaśnienia tych różnic. Skłonni jesteśmy przyjąć, że decydującą rolę odgrywa tu czynnik możliwości lub niemożności przenikania na pole nęcących właściwości roślin ziemniaka.

Na temat mechanizmu oddziaływania ziemniaków na chrząszcze jest wiele prac, przy czym różni autorzy dochodzą do różnych wniosków. McIndo (1926, 1935) przy pomocy skonstruowanego przez siebie olfaktometru wykazał, że różnice w zapachu stanowią główną przyczynę niejednokowego przynęcania chrząszczy przez rozmaite rośliny żywicielskie. Raucourt i Trouvelot (1946) wyekstrahowali z *Solanum tuberosum* i innych gatunków *Solanum* substancje przyciągające larwy stonki ziemniaczanej przez działanie na organy smaku. Chun Teh Chin (1950) stwierdził też u szeregu roślin z rodzaju *Solanum* właściwości przyciągające larwy stonki. O różnej atrakcyjności nawet poszczególnych odmian *Solanum tuberosum* pisze Boczkowska (1946) wymieniając odmiany Marszałek i Woltman jako mniej pociągające dla stonki. Chauvin (1945; 1952) uważa, że nęcącą substancją w naci zie-

mniaczanej są jakieś węglowodany, lecz nie solanina. Hesse i Meier (1948) wyodrębnili acetylaldehyd, uważając tę substancję za nęcącą dla stonki. W późniejszych badaniach autorzy ci (Hesse i Meier 1950) ustalili, że aldehyd acetylowy stanowi substancję smakową, nie dając wyników w działaniu na węch stonki. Langenbuch (1952) wykazał niesłuszność tych poglądów. Schanz (1953) opisuje badania laboratoryjne i polowe udowadniające istotną rolę zapachu ziemniaków w przyciąganiu chrząszczy stonki. Są też autorzy (Jermy—Sáringer 1954, 1955 a; Zenjakin i Karpunina 1955) twierdzący, że chrząszcze stonki rozlatują się w terenie zupełnie na „ślepo“ bez żadnego kierunku ustalonego, a odnajdowanie roślin żywicielskich jest kwestią przypadku.

Mimo że w naszych badaniach laboratoryjnych nie udało się stwierdzić za pomocą metody olfaktometrycznej właściwości nęcących ziemniaka dla stonki (Piekarczyk 1955 a), to jednak nie możemy zgodzić się — już choćby na podstawie obserwacji polowych — by odszukiwanie pokarmu przez monofagistycznego owada było kwestią przypadku.

Być może, nasze metody badawcze są jeszcze za mało precyzyjne, obraz jednak rozmieszczenia chrząszczy w terenie wyraźnie wskazuje, że chrząszcze „wyczuwają“ ziemniaki. Uzewnętrznia się to przede wszystkim w nieomylnym odnajdowaniu ziemniaków nawet w wypadku dużego rozproszenia pól ziemniaczanych i silnej koncentracji owadów na ziemniakach rosnących najbliższej miejsca zimowania.

Badania Wilusza i innych (1956 i 1958) wykazały szereg ciekawych różnic w stopniu opanowywania pól przez chrząszcze zimowe, a położeniem tych pól i ich sąsiedztwem. Autorzy stwierdzili, że chrząszcze opanowują przede wszystkim pola ziemniaczane położone w terenie otwartym — w pobliżu zeszłorocznych ognisk. Na polach położonych przy zabudowaniach, przy alejach zadrzewionych lub zalesieniach gromadzi się znacznie mniej chrząszczy. Wskazuje to również na pewne oddziaływanie ziemniaków, które może być wyraźniejsze w terenie otwartym. Wreszcie Wilusz (1958) w ścisłych badaniach polowych ze znakowanymi chrząszczami wykazał wyraźne działanie ziemniaków na kierunek ruchu chrząszczy.

KOPULACJA I SKŁADANIE JAJ

Po odnalezieniu pól ziemniaczanych chrząszcze przystępują do kopulacji (rys. 24), jeśli temperatura powietrza przekracza 18°. Kopulacja odbywa się u stonki wielokrotnie i w ciągu szeregu dni. Feytaud (1923—1938) podaje, że para chrząszczy w hodowli kopulowała codziennie w ciągu 8 dni, następnie zaś co 2—3 dni przez 2 tygodnie. Pęd do kopulacji tak u samców, jak i u samic jest bardzo duży. Często obserwuje się

składanie zapłodnionych jaj na wiosnę bez uprzedniej kopulacji. Jest to możliwe, ponieważ wiele samic odbywa kopulację jesienią roku poprzedniego przechowując plemniki w woreczku nasiennym. Równocześnie z kopulacją odbywa się żerowanie chrząszczy na roślinach. Jerm y i S á r i n g e r (1954) podają, że w badaniach prowadzonych w roku 1953



Rys. 24. Chrząszcze kopulujące (fot. Szubert).
Beetles copulating (orig.) (phot. Szubert).

chrząszcze wychodzące w kwietniu nie przystępowały do żerowania przed 9 maja, mimo dostarczania im pokarmu. Zjawiska tego u nas nie obserwowaliśmy, chrząszcze natychmiast po wyjściu z ziemi i odnalezieniu ziemniaków żerowały — co prawda niezbyt intensywnie. Różnice w zachowaniu się owadów u nas i na Węgrzech tłumaczyć można dużo późniejszym wychodzeniem chrząszczy w Polsce.

Składanie jaj odbywa się prawie zawsze na spodniej stronie liści ziemniaków. Samica umieszcza jaja przeciętnie po 20–30 sztuk w złożu. W wyjątkowych wypadkach złoża są liczniejsze i mogą osiągać 129 sztuk (Trouvelot 1936), zaś Feytaud (1923–1938) obserwował złoża nawet po 150–200 jaj.

Jak podaje Gibson i inni (1925), około 5% złoży jaj składane bywa w przypadkowych miejscach — często na ziemi. Osobiście widywaliśmy jaja stonki złożone na chwastach lub resztkach roślinnych. Gibson i inni (1925) zwraca uwagę, że pierwsze, wiosenne złoża jaj składane są

na dolnych liściach, tuż przy ziemi, późniejsze zaś na wyższych, środkowych. Na produkcję jaj wykazuje znaczny wpływ temperatura, w naszych obserwacjach (Węgorek 1949) stwierdziliśmy, że spadek temperatury poniżej 15° hamuje całkowicie składanie jaj. Składanie jaj przez samice zimowe rozciąga się przeważnie na kilka tygodni i trwa na przykład w Polsce nawet do końca sierpnia i początków września (Węgorek 1957 a). Gibson i inni (1925) spotykali samice, które składały jaja przez 2 lata z rzędu; w naszych badaniach nie mieliśmy dotychczas takiego przypadku.

Jaja składane są przeważnie w czasie słonecznych godzin dnia w ilości 2 na minutę. W okresie płodności samica robi większe lub mniejsze przerwy w składaniu jaj. Breitenbecher (1918) ustalił ścisły związek istniejący między obfitością złożeń jajowych, a wilgotnością otoczenia — składanie jaj zaczyna się wcześniej, jeśli owady wychodzą z ziemi wilgotnej i trafiają na okres słabego parowania. Wskazywałoby to, że sezony o dużej wilgotności są najbardziej sprzyjające silnemu pojawowi stonki. Jermy i Sáringer (1954) wskazują, że intensywna produkcja jaj rozpoczęła się w ich badaniach dopiero około 1. VI, mimo że chrząszcze trzymane były w ciągu mają dłuższy czas w wysokiej temperaturze i na obfitym pokarmie. Wyciągają oni wniosek, że w rozpoczęciu składania jaj pewną rolę odgrywa fotoperiodyzm.

Nasze szczegółowe badania nad płodnością samic (Węgorek 1957 a) wskazują, że data rozpoczęcia składania jaj podlega w poszczególnych latach pewnym odchyleniom, nie tak jednak dużym, jak wychodzenie owadów z ziemi. Najwcześniejsze złoża jaj obserwowaliśmy w roku 1953 — 18 maja, najpóźniejsze zaś w roku 1955 — mianowicie 2 czerwca. Można przy tym zauważyć, że rozpoczęcie składania jaj nie jest najwcześniejszy tam, gdzie był najwcześniejszy wylot; te dwa momenty biologiczne są zupełnie niezależne od siebie. Ponieważ rozpoczynanie składania jaj w poszczególnych latach wykazuje znacznie mniejsze odchylenia w czasie niż wychodzenie z ziemi, skłonni jesteśmy dopatrywać się w tym wpływu fotoperiodyzmu.

Jeżeli chodzi o płodność samic, to w literaturze są liczne dane na ten temat. Ellis (1915) oraz Johnson i Ballinger (1916) podają, że samice wiosną składają średnio 400—600 jaj, ale niektóre osobniki do 1879 jaj. Autorzy ci wskazują dalej, że płodność zmniejsza się w kolejnych pokoleniach dość znacznie, w II o 100, w III o 500, a w IV o 600 jaj. Na Węgrzech płodność samic zimowych wynosiła według Jermy i Sáringera (1954) do 1549 sztuk.

W warunkach Polski najwyższą płodność obserwowaliśmy w roku 1953 — wyniosła ona 3096 jaj. W zależności od rejonu Polski i od warunków w danym roku płodność ulegała dość znacznym wahaniom. Na ogół naj-

większą płodność wykazują samice w środkowym, nizinym pasie Polski. Przebieg płodności samic zimowych w różnych rejonach Polski w ciągu trzech lat podaje tabela 9, przy czym należy wyjaśnić, że rejon północny charakteryzuje warunki nadmorskiego klimatu, środkowy — Krainę Wielkich Dolin, południowy zaś — terenów podgórskich.

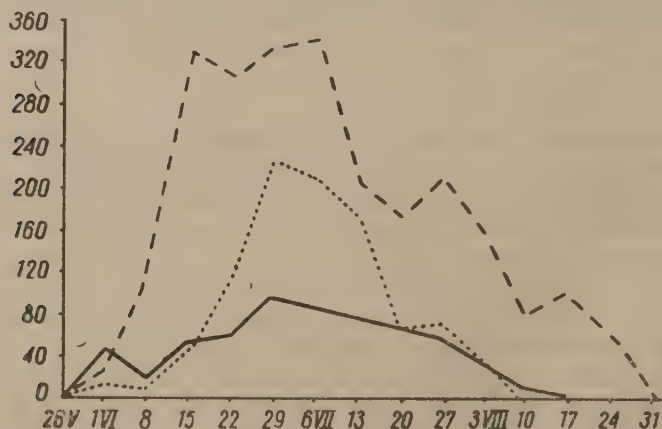
Tabela 9

Średnia płodność samic w różnych rejonach Polski
Average prolificacy of females in different regions of Poland

Rok	Rejon		
	północny	środkowy	południowy
1	2	3	4
1953	473	2438	991
1954	694	971	814
1955	1312	1812	1000

- 1 — year,
2 — North Poland,
3 — Central Poland,
4 — South Poland,

Jak wynika z powyższego zestawienia, największa płodność samic była zawsze w środkowym, nizinym rejonie Polski, dużo mniejsza na południu i najniższa na Wybrzeżu. Fakt ten wskazuje, że najsilniejsze roz-

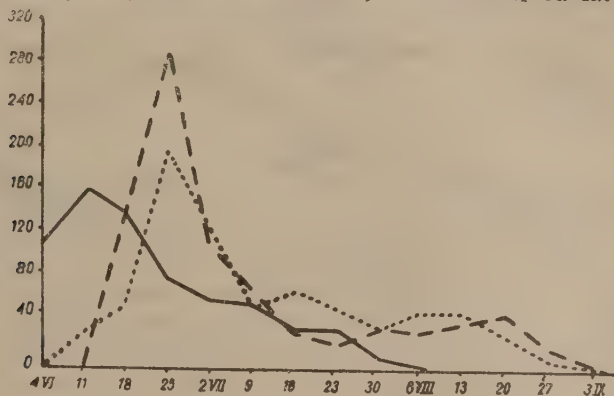


Rys. 25. Płodność chrząszczy zimowych w 1953 r. w Poznaniu (linia przerywana), w Pszczynie (linia drobno-przerywana) i w Szczecinie (linia ciągła) (oryg.).

Prolificacy of winter beetles in 1953 in Poznań (interrupted line), in Pszczynia (dotted line), in Szczecin (continued line) (orig.).

mnażanie stonki może następować u nas w rejonie środkowym. Konfron-tując ten fakt z wcześniej omówioną inwazją szkodnika na Polskę, widać, że najszybciej posuwa się szkodnik w środkowym pasie Polski.

Natężenie składania jaj przez samice zimowe obrazują rysunki 25 i 26. Jak widać, krzywa płodności zmienia się w zależności od lat — w ro-



Rys. 26. Płodność chrząszczy zimowych w 1954 r. w Poznaniu, Pszczynie i Szczecinie (oznaczenia jak w rys. 25) (oryg.).

Prolificacy of winter beetles in 1954 in Poznań, Pszczyna and Szczecin (marked similarly as in Fig. 25) (orig.).

ku 1953 miała ona wyższe maksimum, w 1954 dużo mniejsze, lecz w obu latach największa płodność wypadła na koniec czerwca i początek lipca. Jeśli chodzi o wpływ warunków meteorologicznych, to ich rola jest dość wyraźna, spadki temperatury i silne opady na ogół hamują płodność samic, nie zmieniają jednak radykalnie tego charakterystycznego przebiegu krzywych, o jakich wspomnieliśmy wyżej.

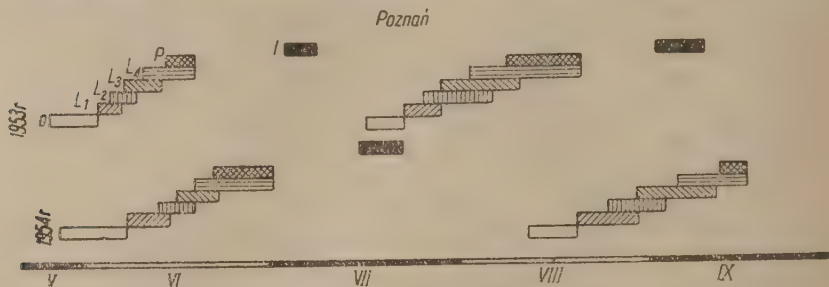
Fenologiczną datą początku składania jaj może być przekwitanie sosny, masowe zaś składanie jaj przypada w okresie kwitnienia lipy drobnolistnej (*Tilia cordata*).

INKUBACJA I ROZWÓJ LARW

Rozwój embrionalny jest uzależniony od temperatury, poniżej 12° nie zachodzi zupełnie. Czas trwania inkubacji w badaniach Wheelera (1889) wahał się od 5 do 15 dni. Jermy i Sáringer (1955 a) obserwowali podobne odchylenia.

W normalnej temperaturze lata okres ten trwa w Polsce od 8 do 14 dni, skracając się w czasie trwałej pogody cieplej. Często, gdy następują wiosenne przymrozki, jaja złożone wcześniej giną wskutek zaziębienia.

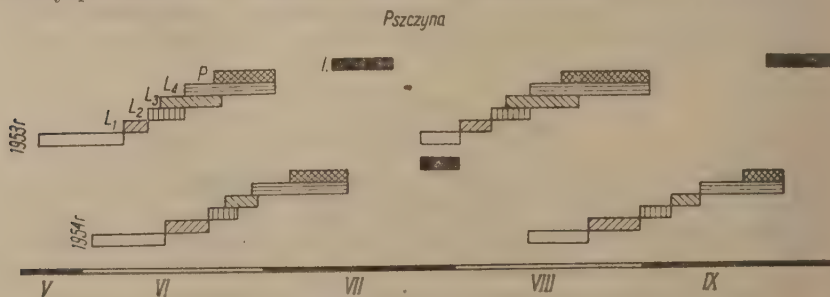
W okresach chłodu mieliśmy wypadki przedłużania się inkubacji do 19 dni, decydującą przyczyną tego była temperatura utrzymująca się poniżej 15°. Jest rzeczą charakterystyczną, że okres inkubacyjny może trwać różną ilość dni nawet dla poszczególnych jaj w jednym złożu. W badaniach jakie prowadziliśmy w różnych punktach Polski różnice



Rys. 27. Przebieg rozwoju stonki w Poznaniu w latach 1953, 1954 (oryg.).
Development of the Colorado beetle in Poznań in 1953, 1954 (orig.).

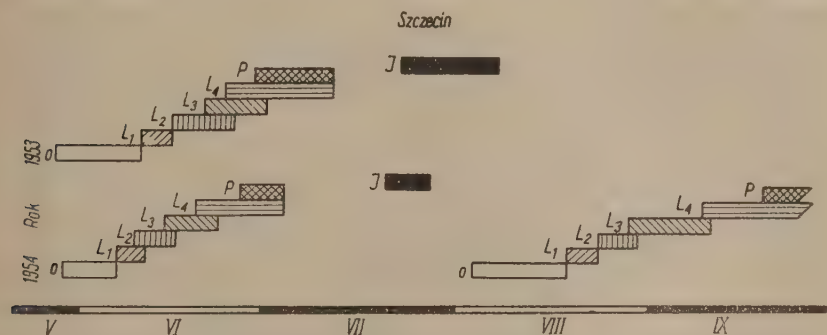
w czasie wylęgu, a następnie rozwoju larw z jednego złoża wynosiły we wcześniejszych stadiach rozwojowych 2–3 dni, w stadiach zaś starszych nawet 6–7 dni (rys. 27, 28, 29). Busnel (1939) uważa to zjawisko za bardzo ważne dla badań nad fizjologią stonki, ponieważ niektóre sposoby żywienia owadów podkreślają silnie tę heterogeniczność rozwoju. Przypuszczalnie odgrywa tu rolę stan fizjologiczny owadów składających jaja.

Natychmiast po wylęgu młoda larwa zjada osłonę jajową, a nierzadko również nadgryza sąsiednie nie wyklute jaja. Larwy wylęgie z jednego złoża jaj trzymają się początkowo razem (rys. 30). Pierwszy pokarm roślinny pobiera larwa na miejscu wylęgu, wygryzając małe wyżerki w liś-



Rys. 28. Przebieg rozwoju stonki w Pszczynie w latach 1953, 1954 (oryg.).
Development of the Colorado beetle in Pszczyna in 1953 and 1954 (orig.).

ciu, gdzie było złożo jajowe. W tym czasie larwy nabierają swego charakterystycznego zabarwienia, a ich osłony ciała twardnieją. Wkrótce larwy opuszczają liść i przechodzą po ogonku do pędu, a dalej w górę i umieszczają się na wierzchołku pędu, w niezupełnie jeszcze rozwiniętych listkach. Są tam trudne do zauważenia, ponieważ kryją się w zała-



Rys. 29. Przebieg rozwoju stonki w Szczecinie w latach 1953, 1954 (oryg.).
Development of Colorado beetle in Szczecin in 1953 and 1954 (oryg.).

maniach liści. Młode larwy wygryzają w tkance roślinnej małe, okrągłe otwórki (rys. 31). Dopiero po drugiej wylince larwy rozchodzą się po całej roślinie i intensywnie żerują, niszcząc liście od brzegu. Intensywnie-



Rys. 30. Larwy świeżo wylęgle (fot. Szubert).
Newly hatched larvae (phot. Szubert).

ność odżywiania jest w pewnym stopniu uzależniona od temperatury otoczenia, przy spadku temperatury poniżej 15° żerowanie znacznie słabnie, a w wypadku dalszego ochłodzenia do około 12° ustaje całkowicie i larwy wpadają w odrętwienie. Dla celów ścisłego określenia zaawansowania rozwoju larw w poszczególnych stadiach wyróżnia się podstadia



Rys. 31. Żer młodych larw na wierzchołkach naci (fot. Szubert).
Feeding of young larvae on the top of the foliage and stems (phot. Szubert)

„a“, „b“, „c“ i „d“. Charakterystykę ich oraz przejawy życia towarzyszące podstadiom przedstawia tabela 10 (wg Busneta 1939). W tabeli tej długość trwania rozwoju odnosi się do warunków hodowli sztucznej w temperaturze jednostajnej 18° .

Szczegółowe wyliczenia pobieranego pokarmu przez larwy poszczególnych stadiów rozwojowych podaje Miksiewicz (1948). Z graficznego ujęcia ilości spożytego pokarmu (rys. 32) wynika, że po osiągnięciu szczytowego punktu żerowania L_4 pobiera stopniowo coraz mniej pokarmu, aż przerywa całkowicie odżywianie się. Badania wykazały, że po punkcie szczytowym larwa może nie pobierać już w ogóle pokarmu, a mimo to przejść pomyślnie przepoczwarzanie.

Jermyn—Sáringier (1955 a) podaje jeszcze bardziej szczegółowe dane co do ilości pokarmu pobieranego przez larwy poszczególnych stadiów w ciągu godziny. Powierzchnia liścia zjedzona przez larwy L_4 w cią-

Tabela 10

Definicje i średnie wymiary stadiów i podstadiów larwalnych
 Definitions and average dimensions of larval stages and sub-stages

Stadium i podstadium	Aktywność owada	Cechy ciała	Długość trwania w dniach
1	2	3	4
1 a	Spoczynek, larwa pożera jedynie chorion		
b	Chodzenie po listku	Pojaw 4 pigmentowych pas- ków na grzbiecie, brunat- nienie sklerytów	0,5
c	Odżywianie się liściem	Nabrzmienie odwłoka	3,5
d	Nieruchomość przed wy- linką		0,5
			4,5
2 a	Spoczynek, potem cho- dzenie	Odwłok zmarszczony	0,5
b	Odżywianie się	Odwłok rozciąga się, czer- nieją punkty i ciemne paski	1,5
c	Nieruchomość przed wy- linką		0,5
			2,5
3 a	Spoczynek	Odwłok rozciąga się	1,0
b	Odżywianie się	Kolory larwy — jasno czer- wony i czarny	2,0
c	Chodzenie przed spo- czynkiem		1,0
			4,0
4 a	Spoczynek		0,5
b	Intensywne odżywianie	Odwłok rozciąga się, kolor różowy	6,5
c	Chodzenie i zagrzebanie się w ziemi	Ciało spłaszczone, pomarań- czowe	1,0
d	Spoczynek pronimfalny	Jasnożółte	5,0
			13,0

- 1 — stage and substage,
 2 — activity of insect,
 3 — characteristic of body,
 4 — duration in days,

gu godziny może osiągnąć ponad 35 mm². W cyfrach bezwzględnych spożyty pokarm w okresie larwalnym według tychże autorów przedstawiono w tabeli 11.

Tabela 11

Ilość pokarmu zjedzona w poszczególnych stadiach larwalnych
Quantity of food eaten at separate larval stages

Stadium larwalne	Powierzchnia zjedzona w mm ²	Procent całości
1	2	4
<i>L</i> ₁	20	0,7
<i>L</i> ₂	150	5,6
<i>L</i> ₃	520	17,4
<i>L</i> ₄	2300	76,3
Razem	2990	100,0

1 — stage of larvae,

2 — surface of eaten food in mm²,

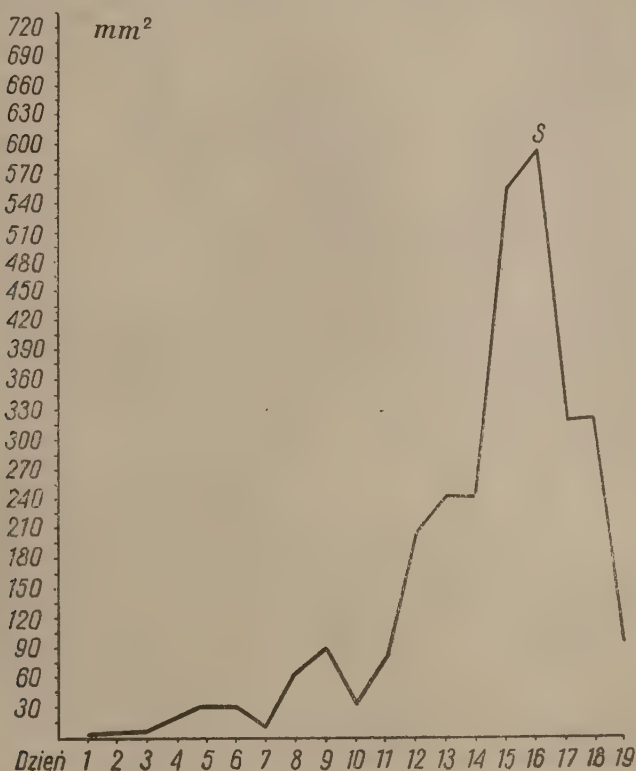
3 — percent of totality,

W warunkach naturalnych różnych rejonów Polski rozwój larw odbywał się w różnych temperaturach (rys. 27, 28, 29). Najwcześniejszy wyłęg pierwszych larw miał miejsce w terenie 6 czerwca 1950 r., najpóźniejszy zaś 14 czerwca 1952 r. Niezależnie więc od dużych odchyłeń w czasie wyjścia chrząszczy z ziemi i rozpoczęcia składania jaj, o czym była mowa wcześniej, rozwój larw rozpoczynał się w poszczególnych latach ze stosunkowo małymi tylko odchyleniami.

Okres żerowania larw, a więc naziemny ich rozwój trwał w naszych badaniach najkrócej 11 dni, a to w wypadku utrzymywania się cieplej pogody o średniej temperaturze w pobliżu 20°C. Na ogół najszybciej rozwijają się larwy w środkowym rejonie Polski, najwolniej na północy kraju. Przeważnie rozwój naziemny larw trwa w cieplejszych rejonach kraju około 2 tygodni, w chłodniejszych zaś 3 tygodnie. Larwy rozwijające się w nie sprzyjających warunkach, jakie mają miejsce na przykład w końcu okresu wegetacyjnego, nie dochodzą w ogóle do pełnego rozwoju.

Najzarłocześniejsze są larwy *L*₄ (rys. 33), ponieważ w silnym stopniu odkładają rezerwy żywyane później na budowę ciała owada dorosłego.

W wypadku zniszczenia całego ulistnienia krzaka (rys. 34), na którym larwy żerowały, przechodzą one na krzaki sąsiednie. Na zniszczonych łęgach regeneracja liści idzie nieco wolniej niż na roślinach sztucznie pozbawionych liści przez ich odcięcie lub oberwanie ręką.



Rys. 32. Krzywa intensywności żerowania larw stonki (wg Miksiewicza).
Curve of the intensity of the larvae's feeding (acc. to Miksiewicz).

Ponieważ składanie jaj jest przewlekłe, również rozwój larw trwa w warunkach naszych od początku czerwca aż do końca sierpnia, w niektórych wypadkach można obserwować larwy na polach nawet we wrześniu, są to jednak przeważnie larwy II pokolenia. Masowe występowanie larw i ich najsilniejsze żerowanie przypada w Polsce na lipiec — głównie na pierwszą i drugą jego dekadę. W latach o wczesnej, cieplej wiosnie można obserwować silny pojaw larw już w końcu czerwca, w latach

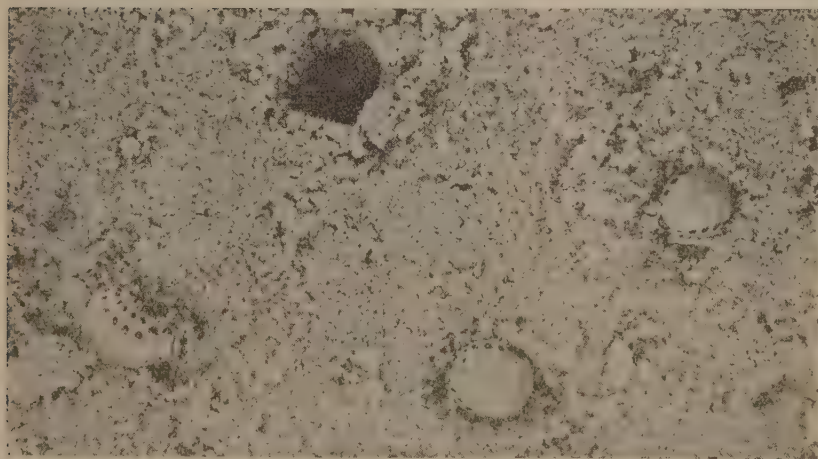


Rys. 33. Żer larw starszych (fot. Szubert).
Feeding of older larvae (phot. Szubert).

o spóźnionej wiosnie odwrotnie — masowy pojaw larw przesuwają się na drugą połowę lipca. Daty fenologiczne rozwoju larw przedstawiają się następująco: pierwsze larwy ukazują się wraz z pełnią kwitnienia bzu czarnego (*Sambucus nigra*), grochodrzewu (*Robinia pseudoacacia*) oraz z pojawieniem się pierwszych kwiatów błławatka (*Centaurea cyanus*). Główne nasilenie larw obejmuje okres kwitnienia i przekwitania lipy drobnolistnej (*Tilia cordata*).



Rys. 34. Głoźer (fot. Szubert).
Complete ravage of the leaves (phot. Szubert).



Rys. 35. Wkopywanie się dorosłych larw do ziemi (fot. Szubert).
Adult larvae digging themselves into the earth (phot. Szubert).

Po zakończeniu żerowania larwa opuszcza krzak ziemniaczany, schodzi na ziemię, krąży po niej tak długo, aż znajdzie szczelinę lub poruszoną glebę i tam się wkopuje (rys. 35). Zauważono, że larwa nie wchodzi w ziemię suchą, zwilżenie gleby przyspiesza wkopywanie się larw. W warunkach polowych wkopywanie się następuje pod uszkodzonymi roślinami lub w ich bezpośredniej bliskości, tylko w wypadku pewnych trudności (sucha, zlewna gleba) larwa może odejść nieco dalej od miejsca żeru. Z tego powodu przy dezynsekcji ognisk punktowych należy preparat wprowadzić do ziemi w pewnym promieniu od krzaków uszkodzonych.

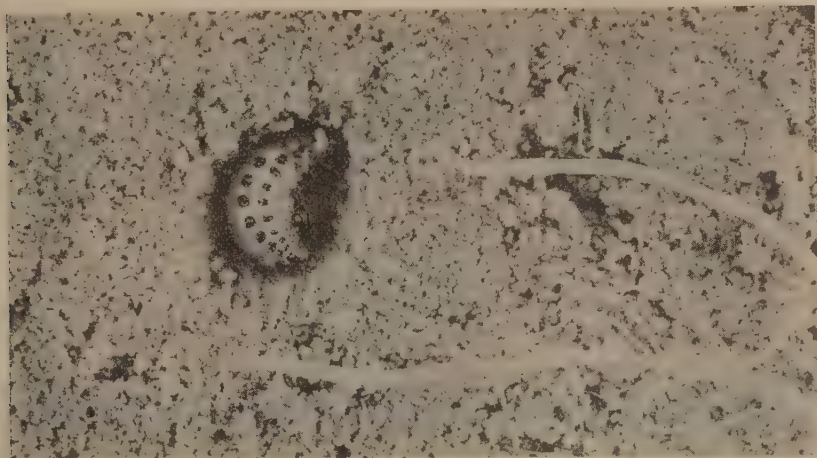
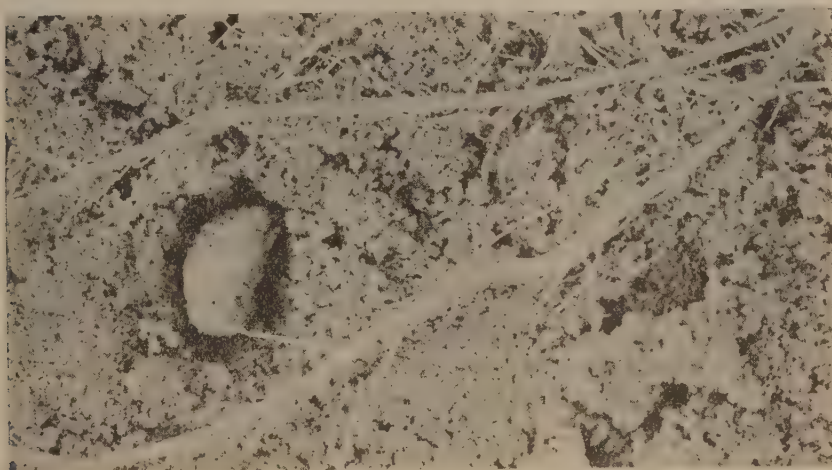
PRZEPOCZWARCZENIE

Przy wkopywaniu larwa pomaga sobie szczękami, rozgarniając nimi ziemię. Głębokość, na jaką wkopuje się larwa, nie jest duża i wynosi normalnie 3–8 cm, zwiększając się w glebach lekkich, łatwo przesuszanych, a zmniejszając się w glebach zwięzłych i wilgotnych. W ziemi larwa sporządza sobie kolebkę, zwilżając jej ścianki wydzieliną swoich gruczołów i ubijając je ściśle ciałem. W kolebce larwa się kurczy, zgina łukowato i pozostaje przez kilka dni nieruchomo (rys. 36). Średnio po 8 dniach następuje ostatnie, czwarte linienie i po zrzuceniu skórki ukazuje się poczwarka niczym nie osłonięta i wrażliwa na wysychanie.

Obserwacje prowadzone w ciągu pięciu lat wykazały, że najwcześniejsze schodzenie larw do ziemi miało miejsce w warunkach polowych 21 czerwca 1953 r., najpóźniej zaś 14 lipca 1952 r. Datę fenologiczną tego momentu biologicznego ustalił Miksiewicz (1948) na początek kwitnienia wiesiołka dwuletniego (*Oenothera biennis*), krwawnika pospolitego (*Achillea millefolium*), dziurawca zwyczajnego (*Hypericum perforatum*) i dziewanny pospolitej (*Verbascum nigrum*).

Podobnie jak i w innych, wcześniejszych stadiach rozwojowych najwcześniejsze schodzenie na przepoczwarczenie obserwuje się w środkowym pasie Polski.

Okres przepoczwarczenia liczony od wejścia larw do ziemi do pojawu młodych chrząszczy trwał najkrócej 19 dni, najdłużej zaś 24 dni. Odchylenia te są stosunkowo niewielkie tak w różnych okolicach kraju, jak też w poszczególnych latach badań. Świadczy to, że czynniki zewnętrzne nie odgrywają w tym stadium tak silnej roli jak w rozwoju naziemnym. Jest to rzeczą zrozumiałą, ponieważ nagłe zmiany zachodzące w atmosferze i silnie wpływające bezpośrednio na organizm stonki w jej okresie inkubacji czy żerowania nie mają miejsca w glebie. Wahania temperatury są tu znacznie mniejsze i na ogół warunkują te w okresie letnim

*a**b*

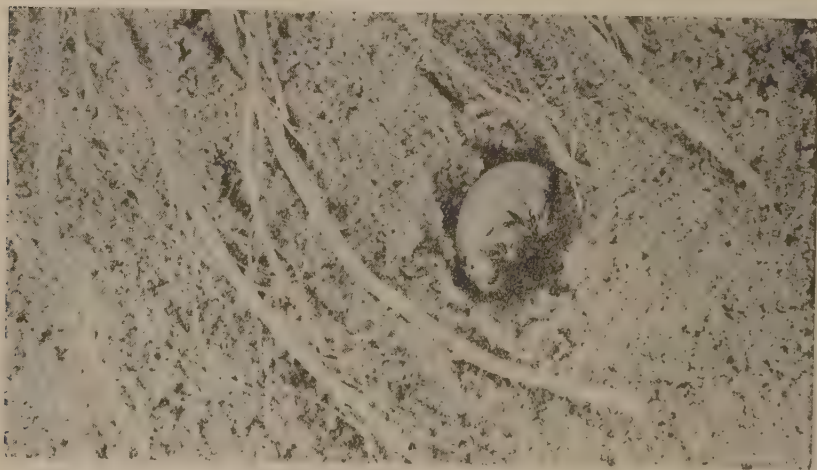
Rys. 36. Larwa stonki w kolebce ziemnej (a) oraz poczwarka (b) (fot. Szubert).
The larva of the Colorado beetle in its earthen cradle (a)
and the pupa (b) (phot. Szubert).

sprzyjają przebiegowi przepoczwarczenia. Nasze wyniki są zbliżone do danych węgierskich (Jermy i Sáringer 1954), które podają, że okres przebywania w ziemi wynosił na Węgrzech 16–18 dni w lipcu i 18–21 dni w sierpniu.

POJAW CHRZĄSZCZY LETNICH

Wykształcony całkowicie chrząszcz pozostaje przez pewien czas w glebie (rys. 37). Wyjście na powierzchnię jest regulowane przez temperaturę, a zwłaszcza przez wilgotność gleby (Busnel 1939). Oczekując na wyjście chrząszcz przechodzi stadium spoczynku trwające według tego autora, w lipcu 2–8 dni, a ulegające znacznemu przedłużeniu, nawet do 20 dni w końcu sezonu wegetacyjnego.

W naszych badaniach obserwowaliśmy często wypadki, że w okresie późno letnim i jesienią chrząszcze po przeobrażeniu w ogóle nie pojawiały się na powierzchni i ginęły w ziemi po upływie kilkunastu dni.



Rys. 37. Świeżo wylęgły chrząszcz w ziemi (fot. Szubert).

A young beetle in the earth (phot. Szubert).

Chrząszcze wychodzące na powierzchnię są nie wybarwione i miękkie. Stwardnienie pokryw, ogólne schitynizowanie i wybarwienie następuje po spożyciu co najmniej 100 mm² rośliny. Młode chrząszcze gromadzą się zwykle na krzakach rosnących w bezpośredniej bliskości miejsc ich przepoczzwarcenia.

W Polsce najwcześniejszy pojaw młodych letnich chrząszczy obserwowaliśmy 4 lipca 1953 r., najpóźniejszy zaś 28 lipca 1955 r. Jeśli chodzi o rejony Polski, to konsekwentnie z wcześniejszym rozwojem poprzednich stadiów również i pojaw chrząszczy letnich jest zwykle wcześniejszy w pasie środkowym kraju, najpóźniejszy zaś na północy. Różnice te

mogą wynosić nawet 19 dni. Datę fenologiczną pojawu pierwszych młodych chrząszczy ustalono w Polsce na kwitnienie krwawnicy pospolitej (*Lythrum salicaria*), sporadyczne kwitnienie pierwszych kwiatów wrotycza pospolitego (*Tanacetum vulgare*) oraz początek czerwienienia jagód jarzębiny pospolitej (*Sorbus aucuparia*). Masowy pojaw młodych chrząszczy następuje mniej więcej w tydzień po pojawieniu się pierwszych chrząszczy, a więc w zależności od roku w połowie lipca lub w początkach sierpnia.

Żerowanie młodych chrząszczy jest bardzo intensywne i wynosi około 300 mm² dziennie. W okresie od wylęgu do zejścia na zimowanie chrząszcze te mogą zjadać różną ilość pokarmu. Niektóre zjadają łącznie zaledwie około 500 mm² i to wystarcza im do przygotowania się do zimowania, inne, których aktywność jest przedłużona, zjadają w sumie do 2500 mm² powierzchni liści ziemniaczanych (Busnel 1939). W naszych badaniach stwierdziliśmy bardzo różną ilość pobieranego pokarmu w zależności od warunków wzrostu roślin żywicielskich. Dzienna ilość pokarmu pobierana przez jednego chrząszcza letniego pokolenia przy żywieniu nacią ziemniaków rosnących w normalnych warunkach wyniosła średnio 497 mm², przy żywieniu zaś nacią ziemniaków rosnących przy świetle rozproszonym (zacienione) wyniosła znacznie więcej, bo 1190 mm². Wynika stąd, że określenie żarłoczności chrząszczy wymaga jednoczesnego sprecyzowania czynników ekologicznych towarzyszących rozwojowi szkodnika. O zagadnieniu tym będzie szerzej mowa w następnym rozdziale.

Zachowanie się chrząszczy letnich w okresie ich aktywności przebiega różnie w zależności od czynników ekologicznych. Na ogół w naszych warunkach chrząszcze te po wyjściu z ziemi są mało ruchliwe. Gromadzą się one na krzakach najbliższych sąsiadujących z miejscem przepoczwarczenia i jeżeli nie brak im pokarmu — pozostają tam aż do zejścia do ziemi na zimowanie. Wzmogoną ruchliwość tych chrząszczy obserwowaliśmy tylko wyjątkowo w dni bardzo ciepłe. W tym też czasie mogą owady kopulować, przy czym samica, zapłodniona przed zimowaniem, wiosną roku przyszłego składa czasem jaja zapłodnione bez ponownej kopulacji.

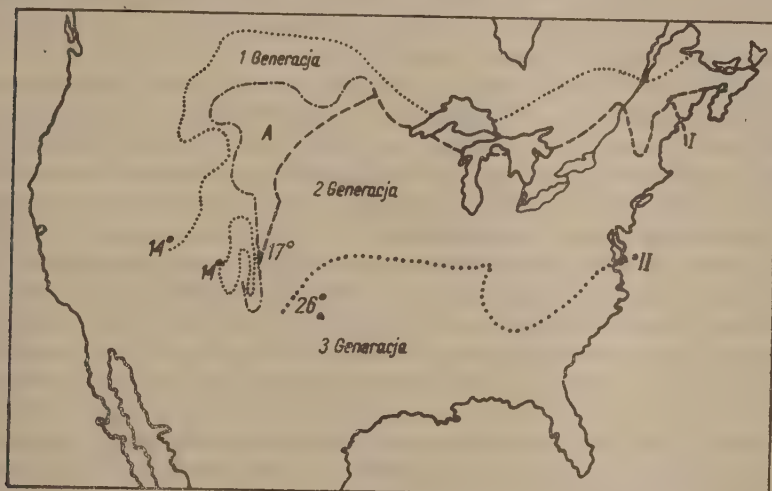
W literaturze zachodniej mówi się, że chrząszcze letnie wykonują dalekie i masowe przeloty (Trouvelot 1936). Według naszych obserwacji migracje chrząszczy letnich należą w warunkach Polski do rzadkości. Tylko w wypadku wczesnego wylęgu chrząszczy letnich, na przykład w połowie lipca i przy wysokiej temperaturze, obserwowaliśmy pojedyncze młode chrząszcze w locie. Również Wilusz i inni (1956) stwierdzają, że chrząszcze młode przenoszą się przeważnie pieszo na bezpośrednio sąsiadujące ziemniaki. Takie same obserwacje przytacza Hauf (1950), stwierdzając, że chrząszcze letnie masowo przechodziły z ziemniaków starych na sąsiednie pole z ziemniakami późniejszymi.

Reasumując, należy stwierdzić, że rozwój I pokolenia stonki w Polsce zachodzi w okresie od początków czerwca (wyjątkowo od połowy maja) do końca lipca (ewent. do połowy sierpnia), pojedynczo rozwój najpóźniej złożonych jaj może zachodzić do początków września. W najbardziej sprzyjających warunkach, jakie dotychczas obserwowaliśmy u nas (1953 r.), cały rozwój I pokolenia przebiegał w ciągu 39 dni. Z tego na inkubację jaj wypadło 8 dni, na naziemny rozwój larw — 11 dni i na przepoczwarczenie (od momentu zejścia larw do ziemi do wyjścia młodych chrząszczy) — 20 dni. W rejonach północnych najkrótszy obserwowany rozwój pierwszej generacji trwał 51 dni (inkubacja 9 dni, rozwój larw 20 dni, przepoczwarczenie 22 dni). Na południu najkrótszy rozwój trwał 48 dni (inkubacja 14 dni, rozwój larw 15 dni i przepoczwarczenie 19 dni). W latach chłodnych rozwój przedłuża się znacznie i może wynosić w środkowym rejonie Polski około 50 dni, na północy zaś i południu o dwa tygodnie dłużej. Decydujące znaczenie na szybkość przebiegu rozwoju generacji ma temperatura.

ILOŚĆ POKOLEŃ STONKI

Pokoleniem stonki nazywamy wszystkie stadia rozwojowe szkodnika od jaja do wylęgu dorosłego owada zdolnego do rozmnażania się. Ponieważ w obliczaniu pokoleń stonki zachodzą częste omyłki i mieszanie ze sobą generacji, podajemy wyczerpujące wyjaśnienia na ten temat. Przede wszystkim należy pamiętać, że obliczenie pokoleń zaczyna się zawsze od jaj, a nie, jak to niektórzy praktykują — od chrząszczy. Wobec tego rozwój I pokolenia zaczyna się na wiosnę, u nas zwykle w czerwcu, z momentem pojawienia się jaj złożonych przez samice wyszłe z ziemi po zimowaniu. Wylęgłe larwy rozwijające się w lecie oraz poczwarki i młode chrząszcze ukazujące się w naszych warunkach w lipcu — sierpniu należą również do I pokolenia. Te młode chrząszcze zimują i wychodzą na wiosnę z ziemi, a więc należą one do jednej generacji, czyli chrząszcze letnie i wychodzące wiosną są tymi samymi owadami i nie można uważać ich za inną generację. Natomiast jeżeli w lipcu wylęgające się młode chrząszcze zaczną składać jaja, to te jaja należy uważać do następnej generacji, zapoczątkowując rozwój II pokolenia stonki. Jeżeli z jaj tych wylęgają się larwy, a dalej następuje przepoczwarczenie i wylęg chrząszczy, to chrząszcze te, określane przez nas mianem jesiennych, stanowić będą zakończenie drugiego pokolenia. Pełny rozwój drugiego pokolenia obserwujemy w Polsce bardzo rzadko, natomiast dość powszechnym zjawiskiem jest rozpoczynanie rozwoju drugiego pokolenia, które ginie jesienią nie osiągnąwszy stadium owada dorosłego. W krajach

o cieplejszym klimacie rozwój dwóch pełnych pokoleń stonki jest regułą, a w pewnych rejonach o bardzo ciepłym klimacie nastąpić może pełny rozwój trzech pokoleń szkodnika. Załączona mapa (rys. 38), wzięta z pracy Trouvelota (1936), przedstawia zależność ilości pokoleń stonki od temperatury. Jak widać, w południowych rejonach Stanów Zjednoczonych istnieją warunki dla rozwoju trzech generacji szkodnika.



Rys. 38. Ilość generacji stonki w Ameryce Północnej w zależności od temperatury (wg Trouvelot).

The number of generations of the Colorado beetle in North America dependent on temperature (acc. to Trouvelot).

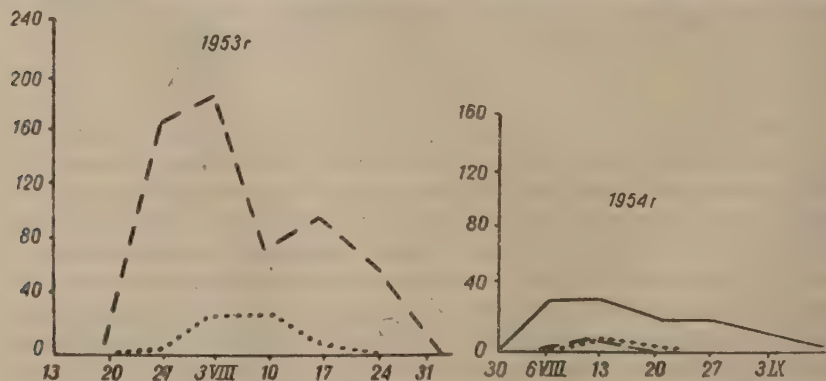
Nawet w tym samym rejonie ilość pokoleń stonki może zmieniać się w poszczególnych latach, a jeszcze wyraźniejszym zmianom ulega nasilenie poszczególnych stadiów. Na przykład Isely (1935) podaje, że w rejonie USA, gdzie prowadził swoje prace w 1930 roku, 93,1% chrząszczy letnich zeszło do ziemi nie dając drugiego pokolenia, pozostałe zaś 6,9% dały trzy generacje. W roku 1931 druga generacja była tylko częściowa, a w 1932 i 1933 wystąpiły ponownie trzy generacje, w następnych latach autor obserwował w tym terenie tylko jedną generację. Również Iddings (1932) obserwując cykl życiowy stonki stwierdził dla Stanu Idaho zmienną ilość generacji szkodnika.

W Europie w różnych państwach ilość pokoleń stonki jest również zmienna. We Francji stonka może dać w rejonach zachodnich nawet trzy generacje, normalnie jednak daje ona dwie (Grisson 1939, Fayetaud

1922–1930). W Szwajcarii, jak podaje Wahlen (1938, 1939), występuje przeważnie jedna generacja, rzadko zaś dwie, w Hiszpanii mogą rozwijać się dwie, a nawet trzy generacje (Alfaro 1943, 1946), a podobnie we Włoszech (Della Beffa 1947). Na Węgrzech Jermy—Sáringger (1955 a) podaje dwa pokolenia stonki, przy czym rozwój pokolenia drugiego rozpoczyna się w połowie lipca. W Niemczech chrząszcze letnie pojawiają się w lipcu—sierpniu i jeżeli nie panuje susza, przystępują w sierpniu do składania jaj, z których larwy rozwijają się jesienią (Schwarz 1938, Winnig 1940).

Ustalenie ilości pokoleń w terenie nie jest bynajmniej rzeczą łatwą lub prostą, a to z uwagi na zachodzenie na siebie poszczególnych pokoleń. Fakt przewlekłego składania jaj przez samice zimowe pociąga za sobą przewlekły rozwój pokolenia pierwszego i często się zdarza, że z wczesnych złoży jaj wylęgłe osobniki dorastają do owadów dojrzałych, a stara samica wciąż jeszcze składa jaja. W takim wypadku łatwo te spóźnione jaja wziąć za pochodzące od młodych chrząszczy zaliczając je tym samym do pokolenia drugiego. Wieloletnie obserwacje nasze wykazały, że późne złoża jajowe obserwowane w końcu lipca i początkach sierpnia należą przeważnie do pierwszego pokolenia, a tylko w rzadkich wypadkach pochodzą one od chrząszczy letnich. Niemniej jednak takie wypadki istnieją i rozwój drugiego pokolenia może mieć miejsce w Polsce.

Szczegółowe badania, jakie prowadziliśmy w ciągu kilku lat, wykazały, że w warunkach naszego klimatu młode chrząszcze letnie na ogół wykazują słabą tendencję składania jaj — w niektórych jednak latach płodność ich może być dość wysoka. Rysunek 39 przedstawia płodność samic let-



Rys. 39. Płodność chrząszczy letnich w Poznaniu, Pszczynie i Szczecinie w latach 1953 i 1954. Oznaczenia jak na rys. 25 (oryg.).

Prolificacy of summer beetles in Poznań, Pszczyna and Szczecin during the years 1953 and 1954. Marked as in fig. 25 (orig.).

nich w roku 1953 oraz 1954 w Poznaniu. Jak widać z tego rysunku, w roku 1953 składanie jaj II pokolenia rozpoczęło się 17 lipca i trwało do 20 sierpnia, czyli 34 dni. W tym czasie samice złożyły średnio po 486 jaj, a maksimum wyniosło 997 jaj.

Okres dojrzewania samic trwał od 5 lipca do 16 lipca — czyli 11 dni. Fenologiczną datą początku składania jaj II pokolenia jest zakwitanie wrzosu zwyczajnego (*Calluna vulgaris*). Obserwując krzywą płodności widać jej dość regularny przebieg i płodność szybko osiąga swe maksimum, następnie również szybko opada i kończy się. Jest rzeczą charakterystyczną, że płodność samic letnich kończy się niemal w tym czasie co i samic zimowych. W fakcie tym dopatrujemy się oddziaływania fotoperiodyzmu.

Dla porównania na rysunku 39 podano krzywą płodności samic letnich w Poznaniu w roku 1954. Dojrzewanie samic trwało w tym roku 27 dni i przypadło na pogodę chłodną i dżdżystą. Składanie jaj zaczęło się dopiero 12 sierpnia, gdy pogoda poprawiła się, a temperatura podniosła się do 17–20°. Okres składania jaj trwał w naszych badaniach bardzo krótko, ograniczając się w niektórych wypadkach do jednego dnia, a średnia płodność wyniosła 5,6 jaja. W innych rejonach Polski, gdzie warunki sprzyjały rozwojowi stonki, płodność samic letnich była znacznie wyższa i osiągnęła maksimum 337 jaj.

Jak widać, składanie jaj II pokolenia jest w Polsce bardzo różne tak w poszczególnych latach, jak i w różnych rejonach kraju. W związku z tym, również rozwój larw II pokolenia ulega dużym zmianom. Na ogół można stwierdzić, że im wcześniej wylęgają się chrząszcze letnie, tym prawdopodobieństwo przystąpienia ich do składania jaj jest większe.

Dodatkowym czynnikiem jest pogoda, która może skracać lub przedłużać okres dojrzewania samic. Rzecz prosta, sprawa rozwoju II pokolenia jest bardziej złożona i sięga swymi źródłami do zjawisk fizjologicznych organizmu stonki, reagującego na cały zespół czynników otoczenia. O pewnych ustalonych przez nas czynnikach mówimy w następnym rozdziale, przede wszystkim jednak należy podkreślić, że do składania jaj przystępują tylko najwcześniej wylęgające się samice letnie, a udział samic składających jaja w ogólnej populacji samic letnich jest bardzo nieznaczny i nie sięga powyżej kilku procent. Płodność ich w porównaniu z samicami zimowymi jest znacznie niższa i tylko w wyjątkowym wypadku wyniosła około 30%, w większości zaś nie przekracza 5–10%. Biorąc to pod uwagę można stwierdzić, że rozwój drugiego pokolenia jest u nas raczej zjawiskiem sporadycznym. I rzeczywiście, poczynając od sierpnia spotykamy w polu bardzo niewielkie ilości młodych larw.

Rozwój larw II pokolenia obserwowaliśmy najwcześniej w końcu lipca i w sierpniu. Okres inkubacyjny trwał 3 dni, a więc bardzo krótko. Przy-

czyną tego jest na ogół ciepła pogoda w tym czasie. Okres trwania poszczególnych stadiów larwalnych II pokolenia widoczny jest na rysunkach 27, 28 i 29, z których wynika, że najkrótszy rozwój larw trwał w Poznaniu w roku 1953 — 17 dni, czyli przedłużył się w stosunku do pokolenia I o 6 dni. Prócz tego widoczne są znacznie większe odchylenia w szybkości rozwoju larw pochodzących z jednego złoża, w wyniku czego najdłuższy okres żerowania larw z tego samego złoża jaj wyniósł 29 dni. W innych rejonach Polski rozwój larw II pokolenia przebiega dużo wolniej, przy czym decyduje tu suma ciepła. Na przykład w roku 1954 w środkowej Polsce rozwój naziemny larw II pokolenia trwał 23 dni, na południu — 25 dni i na Wybrzeżu — 32 dni. Najwcześniejsze zejście larw pokolenia drugiego na przepoczwarczenie obserwowaliśmy w roku 1953, mianowicie 9 sierpnia. Cały okres przebywania w glebie trwał 24 dni, a więc prawie tak długo jak u pokolenia I.

W mniej sprzyjających warunkach okolic podgórskich (południe kraju) przedłużenie okresu przepoczwarczenia wynosiło w porównaniu z pokoleniem pierwszym ponad 2 tygodnie. W latach mniej sprzyjających rozwojowi stonki obserwuje się często, że okres przepoczwarczenia w ogóle się nie kończy i zarówno larwy, jak i poczwarki giną ostatecznie w ziemi.

Pojaw chrząszczy II pokolenia, czyli jesiennych, obserwowaliśmy najwcześniej 2 września, w innych zaś rejonach kraju — 21 września, przy czym tak późno wylęgłe chrząszcze zginęły wkrótce po opuszczeniu ziemi. Natomiast owady wylęgłe w początkach miesiąca przystąpiły do intensywnego żerowania i przygotowały się do zimowania.

Reasumując obserwacje nad rozwojem II pokolenia stonki w Polsce, można stwierdzić, że pełny rozwój jest w warunkach naszego klimatu zjawiskiem rzadkim i sporadycznym. Cały rozwój drugiego pokolenia trwał najkrócej 47 dni, czyli tylko o 8 dni dłużej niż pokolenie I. Z tego na inkubację wypadło 6 dni, na żerowanie larw 17 dni i na przepoczwarczenie 24 dni. W innych rejonach, chociaż nawet doszło sporadycznie do wylęgu młodych chrząszczy, to jednak zginęły one przed zejściem na zimowanie. W naszych warunkach rozwój II pokolenia, jeśli w ogóle następuje, najczęściej nie dochodzi do końca.

SCHODZENIE NA ZIMOWANIE

Po okresie intensywnego żerowania chrząszcze schodzą na zimowanie, wkopując się do ziemi na tym polu, gdzie żerowały. Toteż miejscem zimowania stonki są z reguły pola ziemniaczane. W poszczególnych wy-

padkach mogą zachodzić wyjątki. Na przykład kierownik Stacji Ochrony i Kwarantanny Roślin w Poznaniu mgr Z. Ginter informował mnie ustnie o znalezieniu chrząszczy w żwirowni lub w kupkach ziemi zgar- niętej z jezdni i leżącej na brzegach rowów przydrożnych.

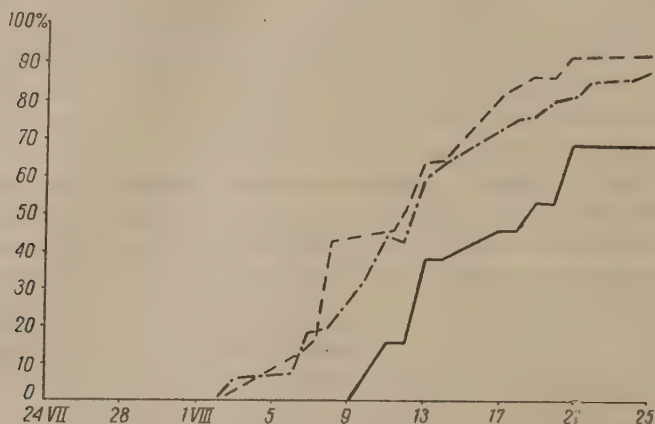
Termin schodzenia chrząszczy na zimowanie nie jest ustalony dla całej populacji, lecz ulega znacznym odchyleniom i według Łarczenko (1955 a) zależy od wystąpienia lub nie wystąpienia diapauzy w fazie imaginalnej. Niezależnie od sprzyjających warunków otoczenia (temperatury, pożywienia i in.) część chrząszczy letnich wkrótce po wylegu wpada w diapauzę, część zaś dojrzewa i daje początek nowemu pokoleniu. Prowadzi to do różnicowania się populacji.

W warunkach naszego klimatu podstawową generacją, której zimowanie decyduje o nasileniu pojawu stonki w roku następnym są chrząszcze letnie, prócz nich, jak stwierdzono w ścisłych badaniach, zimują również powtórnie chrząszcze zimowe oraz w niektórych latach, chrząszcze jesienne, czyli drugiego pokolenia.

Schodzenie na zimowanie chrząszczy letnich w ścisłych badaniach prowadzonych w roku 1953, zaczęło się już 24 lipca, regularne zaś miało miejsce w pierwszych dniach sierpnia, przeciągając się do początku września. Część chrząszczy, jak zauważono, pozostaje zwykle na powierzchni ziemi i nie zagrzebawszy się ginie po pewnym czasie. Zaobserwowano, że na przebieg schodzenia na zimowanie nie ma wpływu odmiana ziemniaków, którymi żywią się chrząszcze, natomiast dość duże różnice daje się zauważyć w zależności od płci i od aktywności samic. Zawsze najwcześniej schodzą do ziemi samice letniego pokolenia, które poprzednio nie składały jaj. Samice składające jaja schodzą znacznie później i na przykład w wypadku przedstawionym na rysunku 40 opóźnienie czasu rozpoczęcia schodzenia na zimowanie u samic składających jaja wyniosło 11 dni. Fakt wcześniej wspomnianego pozostawiania na powierzchni i ginięcia przed zimowaniem występuje bardzo wyraźnie właśnie u samic opóźniających wkopywanie się do ziemi i wynosi czasem do 35% tych samic, gdy tymczasem samice nie składające jaj ginęły najwyżej w 10%. Samce zachowują się pośrednio, ich schodzenie do ziemi rozpoczyna się czasem wcześniej nawet niż samice nie składających jaj, dalszy jednak przebieg krzywej jest taki, jak podano przykładowo na rysunku 40. Śmiertelność samców na powierzchni wynosiła maksymalnie 19%.

Nieporównanie większą rolę w terminie schodzenia na zimowanie i w przebiegu tego zjawiska odgrywa czynnik długości dnia. Szczegóło-

wiej mówimy o tym w następnym rozdziale, tu natomiast chcemy podkreślić, że im później następuje wylęg chrząszczy tym krótszy jest ich okres aktywności i tym szybciej schodzą one do ziemi. Dobrą ilustracją tego jest porównanie krzywej zejścia do ziemi chrząszczy letnich wylęglých w połowie lipca i chrząszczy jesiennych wylęglých w pierwszych dniach września (rys. 41). Na rysunku tym uwzględniono również prze-



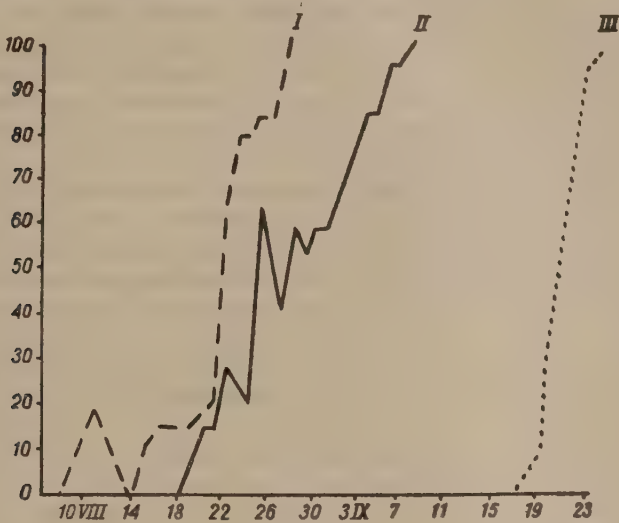
Rys. 40. Schodzenie chrząszczy letnich do ziemi na zimowanie, linia przerywana — samice nie składające jaj, linia przerywano-kropkowana — samce, linia ciągła — samice składające jaja (oryg.).

Descent of summer beetles into the earth for hibernation, interrupted line — females not laying eggs, interrupted-dotted line — males, continued line — females laying eggs (orig.).

bieg schodzenia do ziemi chrząszczy zimowych, które, jak się okazało, nie giną w całości w czasie wegetacji, lecz złożywszy jaja ponownie schodzą do ziemi. Okres aktywności chrząszczy letnich (od wylęgu do zejścia na zimowanie) wyniósł 44 dni, jesiennych 15 dni, zimowych zaś, licząc od ich wyjścia wiosną z ziemi — 123 dni. Najszybciej wkopywały się chrząszcze jesienne, bo już po 8 dniach cała badana populacja w liczbie 712 chrząszczy była w ziemi, chrząszcze letnie wkopywały się nieco wolniej, mianowicie 12 dni, najdłużej zaś, bo 19 dni, wkopywała się badana populacja chrząszczy zimowych. U tych ostatnich obserwowano częste wychodzenie

ponowne z ziemi i powtórne żerowanie, co wskazywać mogło na niezupełne ich przygotowanie się do zimowania.

Analiza krzywych zejścia do ziemi chrząszczy badanych, na tle przebiegu pogody nie wykazała wyraźnych współzależności. Jedynie, jak



Rys. 41. Schodzenie różnych pokoleń chrząszczy na zimowanie: I — chrząszcze letnie, II — chrząszcze zimowe, III — chrząszcze jesienne.

Descent of different generations of beetles for hibernation: I — summer beetles, II — winter beetles, III — autumn beetles.

stwierdzono, pewną rolę odgrywa tu wilgotność gleby w tym sensie, że chrząszcze opuściwszy roślinę nie wkopują się w ziemię suchą, czekając na jej, przynajmniej lekkie zwilżenie. Jest to jednak działanie pośrednie — nie mające znaczenia bodźca wstrzymującego aktywność. Czynniki zmuszające chrząszcze do zaprzestania żerowania i opuszczenia roślin mają swe źródło wewnątrz organizmu chrząszczy i są natury fizjologicznej.

Chrząszcze zimowe, mimo powtórnego zejścia na zimowanie, nie przeżywają w zasadzie drugiej zimy i giną w ziemi. W naszych badaniach nie stwierdziliśmy ani jednego wypadku, aby chrząszcze tej generacji ukazywały się następnej wiosny i przystępowały do składania jaj.

DIAPAUZA

Diapauzą określa się stan fizjologiczny, w którym zwierzę zdolne jest do przetrwania nie sprzyjających warunków otoczenia, wykazując przy tym bardzo zwolnione procesy przemiany materii. Diapauza może następować w różnych stadiach rozwojowych. Zagadnienie diapauzy u stonki ziemniaczanej jest obecnie tematem bardzo ożywionych prac naukowych i dyskusji, z tego też względu należy nieco szerzej o nim powiedzieć.

Na temat przyczyn diapauzy u zwierząt istnieje wiele teorii, które Bonnemaison (1945) ujmuje w siedem grup.

1. Diapauza jest następstwem samozatrucia organizmu w wyniku nagromadzenia się produktów ubocznych przemiany materii (Roubaud 1928), ewentualnie skutkiem działania substancji „X” (Bodine 1932).

2. Diapauza jest przejawem rytmu rozwojowego uzewnętrzniającego się pod wpływem czynników zewnętrznych (Decoppet 1920, Heller 1926).

3. Diapauza zależy od czynników zewnętrznych (Cousin 1932).

4. Diapauza zależy od czynników genetycznych (Goldschmidt 1927, 1932).

5. Diapauza zależy od spoczynkowego stadium gonad (Parker i Thompson 1927).

6. Diapauza jest wynikiem zahamowania aktywności enzymów (Townsend 1926).

7. Diapauza następuje pod wpływem okresowego braku hormonów ważnych dla wzrostu i rozmnażania się (Wigglesworth 1939).

Jak widać z tego krótkiego przeglądu, istnieją znaczne różnice w poglądach na istotę diapauzy, dowodzące o złożoności tego zjawiska.

Stonka ziemniaczana przechodzi diapauzę w fazie imaginalnej, przygotowując się do niej przed zimowaniem. Diapauza ma w tym wypadku znaczenie zasadnicze w okresie zimowania i od niej w dużym stopniu zależy los zimujących chrząszczy, a co za tym idzie, również i los populacji.

O diapauzie stonki wspominają liczni autorzy (Breitenbecher 1911, 1912, 1918, Johnson i Ballinger 1916, Isely 1935, Kozłowski 1937, Alfaro 1943 c, De Wilde, Łarczenko i inni), wiążąc to zjawisko przeważnie z czynnikami zewnętrznymi i nie uwzględniając zmian w organizmie stonki.

De Wilde (1954, 1955) łączy diapauzę chrząszczy stonki ze zmianami zachodzącymi w ich *corpora allata*. Znalazł on, że u aktywnych chrząszczy ciała te są znacznie większe niż u przygotowujących się do diapauzy. W związku ze zmianami wielkości *corpora allata* zmienia się ich

działalność hormonalna. Tworzenie żółtka w jajnikach owadów jest możliwe tylko w obecności hormonów produkowanych przez *corpora allata*, wobec tego zatrzymanie produkcji hormonów powoduje głębokie zmiany w przemianie materii i przejawach życiowych owadów, konsekwencją których, jak np. w wypadku stonki jest diapauza.

Fink (1925) zwrócił uwagę na zmiany zachodzące w ciele chrząszczy przygotowujących się do zimowania i znalazł, że w ich ciele ilość tłuszczu silnie wzrasta, osiągając 29% suchej masy, a zawartość wody wolnej w organizmie spada do 56%. Jednocześnie autor ten wykonał badania histologiczne, w których wykazał, że w komórkach tłuszczowych chrząszczy przygotowujących się do zimowania wzrasta ilość kropeł tłuszczu, a między nimi ukazują się liczne kulki albuminy. W czasie zimowania w stanie diapauzy komórki tłuszczowe są przepełnione skupiskami kulek a w okresie poprzedzającym wyjście z ziemi obraz ten ulega zmianie na skutek rozpuszczenia się i zaniku struktury kulkowej. Opisanym zmianom w tkance tłuszczowej towarzyszą określone współczynniki oddychania. Intensywność oddychania jest najmniejsza w czasie diapauzy, a wraz z przejściem do życia aktywnego stopniowo się podnosi. Również Mail i Salt (1939) zajmowali się tą kwestią stwierdzając, że letalne temperatury zimowe są zmienne w zależności od stanu fizjologicznego zimujących chrząszczy. Owady lepiej znoszące niskie temperatury miały niższą zawartość wody wolnej w organizmie. Za letalną uznali autorzy temperaturę gleby od -4° do -12° . Ten sam wynik uzyskał Uhlenhuth (1948) i Breny (1939). Kwestię diapauzy i powrotu chrząszczy do aktywności omawiają Feytaud (1937), Grison i Chevalier (1945), Grison i Le Berre (1952, 1954 a, b), Grison (1939 a, b; 1943 a, b) i Boczkowska (1945). Grison (1944) w swej pracy wprowadził termin właściwej diapauzy stonki, mającej swe podłoże w głębokich zmianach organizmu i oddzielił ten stan fizjologiczny od tzw. pozornej diapauzy, będącej następstwem działania niekorzystnych czynników zewnętrznych — głównie temperatury. W stanie diapauzy właściwej zmienia się u stonki skład ciała, a także foto- i geotaktyzm. Trwanie diapauzy nie jest jeszcze dokładnie ustalone. Ostatnio uważa się (Uszatinska ja 1956), że diapauza właściwa trwa krótko w okresie jesieni, a następnie chrząszcz przebywa w ziemi w pseudodiapauzie wywołanej niekorzystnymi warunkami pogody. W czasie diapauzy właściwej stonka jest odporna na działanie wysokich i niskich temperatur, jak też na działanie wilgoci.

Faber (1949) badając szczegółowo zjawiska diapauzy u stonki potwierdza dane Grisona (1944) o istnieniu pseudodiapauzy i diapauzy właściwej. Ta druga jest następstwem wewnętrznych i zewnętrznych czynników wywołujących dziedziczne, rytmiczne zmiany w organizmie.

Przyczyny diapauzy badała Łarczenko (1955 b, 1958), podając obraz mikroskopowy komórek tłuszczowych w różnych okresach życia chrząszczy. Wynika z nich, że komórki te u chrząszczy przygotowujących się do diapauzy ulegają zasadniczym zmianom. Przy maksymalnym wypełnieniu komórek tłuszczem rozdrabnia się on na wielką ilość małych kropeł, a równocześnie pojawia się nowa forma zapasów w postaci granul białkowych. W efekcie krople tłuszczu zapełniają się granułami białka wyglądającymi na preparatach histologicznych jak utwory ziarniste. Ziarnistość ta występuje czasem w formie krystaloidów i mocno barwi się fuksyną czy eozyną.

Z naszych badań fizjologicznych wynika też wyraźnie, że skład ciała chrząszczy przygotowujących się do diapauzy ulega zasadniczym zmianom (tab. 12).

Tabela 12

Zmiany biochemiczne w ciele stonki w zależności od wieku
 Biochemical changes in the body of the Colorado beetle depending on its age

Wiek chrząszczy	Waga samicy w mg	Procent wody wolnej	Procent tłuszczowców	Procent azotu ogólnego
1	2	3	4	5
Chrząszcze świeżo po wylęgu	121	81,87	8,67	13,66
Chrząszcze schodzące na zimowanie	163	54,96	35,90	8,11
Chrząszcze wychodzące z ziemi na wiosnę	120	56,16	26,16	9,10

1 — age of beetles,

2 — weight of female in mg,

3 — percent of free water,

4 — percent of lipids,

5 — percent of general nitrogen,

Łarczenko (1955 b, 1958) widzi przyczynę diapauzy u stonki wyłącznie w jakości pożywienia, a głównie w zawartości tłuszczów w liściach ziemniaczanych. Według tejże autorki odżywianie się pokarmem bogatym w tłuszcze prowadzi do diapauzy. Ponieważ w ziemniakach starszych zawartość tłuszczów jest wyższa niż w młodych, przeto diapauza następuje w końcu lata (Wojciechowski i inni 1957). Goryszin (1956) oraz Jermy i Sáringer (1955 b) natomiast uważają, że diapauza nie jest wynikiem jakości pożywienia, lecz następstwem reakcji fotoperiodycznej u stonki. Krótki dzień powoduje zapadanie stonki

w diapauzę. Z naszych badań omawianych szerzej w rozdziale o ekologii stonki wynika, że diapauza jest bardziej złożonym zjawiskiem i oba czynniki, tj. pożywienie oraz długość dnia odgrywają tu swoją rolę. Przypuszczalnie inne czynniki natury wewnętrznej muszą też odgrywać rolę, a zbadanie ich całokształtu wymaga dalszych wnikliwych badań. Cytowane wcześniej badania De Wilde'a (1954, 1955) są znacznym postępek na tej drodze.

Reasumując dotychczasowe nasze osiągnięcia na temat diapauzy u stonki, należy stwierdzić, że stan ten ma dla szkodnika zasadnicze znaczenie powodując dalego idące zmiany w biochemii ciała owadów i w ich reakcjach na bodźce, a to z kolei w wysokim stopniu decyduje o śmiertelności chrząszczy w okresie zimy.

EKOLOGIA STONKI ZIEMNIACZANEJ

Z poprzednio opisanych cech rozwoju stonki, jej inwazji na Amerykę i Europę, historii i znaczenia gospodarczego wynika jaskrawo fakt, że owad ten ma niezwykle zdolności przystosowywania się do nowych warunków bytowania, realizuje stale w dużym stopniu swój wysoki potencjał rozrodczy, odznacza się wysoką odpornością na działania różnych czynników klimatycznych, nie podlega silniejszej redukcji ze strony pasożytów i drapieżników. Wszystkie te cechy wpływają na to, że stonka zajmuje zupełnie specyficzną pozycję w faunie szkodników i budzi duże zainteresowanie świata naukowego, który stara się wyjaśnić przyczyny takiego właśnie stanu rzeczy. Do niedawna badania prowadzone nad stonką miały przeważnie na celu ustalenie stanu faktycznego i stwierdzenie istotnego przebiegu poszczególnych faz rozwojowych szkodnika. Mniej natomiast wnिकano w głębsze przyczyny tych zjawisk, mało uwzględniano oddziaływanie środowiska, zmiany fizjologiczne owada i jego reakcje na różne bodźce zewnętrzne. Dopiero lata ostatnie ożywiły badania wzajemnych powiązań szkodnika ze środowiskiem, wpływu różnych czynników na owada i przemiany fizjologiczne w jego ciele. W tym świetle wyjaśnia się wiele bardzo cennych momentów mających wpływ na masowe pojawy i migracje stonki. Nasze badania nastawiliśmy również w tym przede wszystkim kierunku i nagromadzone osiągnięcia wraz z materiałami innych badaczy pozwalają na przedstawienie specyfiki ekologicznej stonki ziemniaczanej. Ma to dla nauki i praktyki wielkie znaczenie, dając podstawy do opracowywania prognoz pojawu i rozwoju szkodnika. Osiągnięcia na polu ekologicznych badań stonki ziemniaczanej mają też wartość dla wytyczenia kierunków badań innych szkodników oraz są dużym wkładem do osiągnięć ogólnej biologii.

Spośród czynników ekologicznych oddziałujących na stonkę ziemniaczaną w rejonie jej przebywania stosunkowo dobrze poznano rolę klimatu, gleby, pożywienia oraz biotycznych czynników takich, jak pasożyty, drapieżniki i mikroorganizmy chorobotwórcze.

WPLYW CZYNNIKÓW KLIMATYCZNYCH NA ROZWÓJ STONKI

Z wielu czynników klimatycznych wpływających na stonkę ziemniaczaną najbardziej bezpośredni i najlepiej poznany jest wpływ temperatury. Warunkuje ona wszelkie przejawy życia oraz ich szybkość. Stąd okres rozwoju poszczególnych stadiów stonki i całych pokoleń, ilość pokoleń i terminy pojawów poszczególnych stadiów w dużym stopniu zależą od temperatury. Wszelkie przejawy życia stonki mogą zachodzić tylko w pewnych przedziałach temperatur.

Zerem fizjologicznym stonki, a więc temperaturą, przy której zahamowana zostaje przemiana materii, a w związku z tym następuje pozorna diapauza, jest według Alfaro (1949) $11,5^{\circ}$. Jeżeli w otoczeniu, w którym przebywa stonka panuje taka temperatura, rozwój szkodnika nie następuje, w jajach wstrzymany zostaje rozwój zarodkowy, larwy przestają zerować i kuląc się wpadają w odrętwienie, chrząszcze opuszczają się na ziemię i pod grudkami ziemi lub między łodygami ziemniaków zapadają w diapauzę pozorną. Przy podnoszeniu się temperatury otoczenia procesy życiowe przebiegają coraz szybciej, ale tylko do pewnej granicy, powyżej której następuje znowu zahamowanie tempa rozwoju i dość szybko śmierć. Taka maksymalna temperatura leży w pobliżu 40° . Spadek temperatury poniżej zera fizjologicznego nie powoduje szybkiego zabicia stonki. Jaja i larwy giną w temperaturze już nieco poniżej 0° na skutek zamarzania wody wolnej i rozerwania komórek przez formujące się kryształy lodu. Chrząszcze są wytrzymalsze na działanie niskich temperatur i w wypadku dobrego przygotowania do zimowania, co uwarunkowane jest z kolei wysoką kondensacją soków komórkowych, mogą wytrzymać bez szkody dla zdrowia i życia -10° a nawet i niżej (Uhlenhuth 1948).

Niskie temperatury zimą, szczególnie przy słabej okrywie śniegowej, powodować mogą dużą śmiertelność chrząszczy, głównie tych, które zimują płytko. Amerykańscy entomolodzy (Criddle 1917, Gibson i inni 1925) stwierdzili, że chrząszcze masowo ginęły w czasie zimy tam, gdzie pokrywa śnieżna była cieńsza niż 8 cm, przy pokrywie zaś śnieżnej 30 cm zimowanie odbywało się normalnie.

Wysokie temperatury silnie hamują rozwój stonki, działając z jednej strony wysuszająco na glebę, co znacznie utrudnia lub uniemożliwia

przepoczwarczenie się larw, z drugiej zaś — zabijając jaja i larwy na liściach ziemniaków. Chittenden (1907) podaje, że podczas lata 1896 roku wskutek wielkich upałów jaja i larwy stonki były formalnie „upieczone“, tak że w rezultacie nastąpiło całkowite zaniknięcie tego gatunku w okolicach Washingtonu. Autor ten uważa, że temperatura wynosząca 38° jest krytyczna dla larw wystawionych na bezpośrednie działanie promieni słonecznych.

Zasięg stonki na terenie kontynentu Ameryki Północnej ograniczony jest na północy izotermą roczną 0° , a na południu 20° . Najlepiej i najsilniej rozwija się stonka w strefie ograniczonej izotermami stycznia -2° do -7° i lipca $+18^{\circ}$ do $+22^{\circ}$. Mniej więcej takie same temperatury odpowiadają również i ziemniakowi (Stuart 1923).

Dla pełnego rozwoju generacji stonki ziemniaczanej od jaja do młodego chrząszcza potrzebna jest pewna ilość ciepła, którą nazywamy sumą temperatur efektywnych. Ilość ciepła potrzebną dla rozwoju wyliczyć można ze wzoru:

$$C = (T - t_o) \cdot D,$$

gdzie C oznacza sumę ciepła (suma temperatur efektywnych),

T — temperaturę otoczenia,

t_o — zero fizjologiczne gatunku (w wypadku stonki ziemniaczanej $t_o = 11,5^{\circ}$),

D — ilość dni.

Wartość C jest stała (*constans*) dla gatunku i nie zależy od rejonu, w jakim szkodnik się rozwija. Łatwo zauważyć, że w chłodniejszej temperaturze otoczenia rozwój trwać będzie dłużej, w warunkach pogody cieplejszej — krócej.

Alfaro (1949) wyliczył eksperymentalnie, że suma temperatur efektywnych wynosi dla pełnej generacji stonki (C) $335,5^{\circ}$. Sumę tę można rozbić na poszczególne stadia rozwojowe szkodnika, a więc na inkubację jaj, rozwój larwalny w poszczególnych stadiach (L_1 , L_2 , L_3 i L_4) oraz na przepoczwarczenie. Według Łarczenko, rozkład ten wygląda następująco:

na rozwój zarodkowy	potrzeba	$50,0^{\circ}$
„ „ L_1	„	$35,0^{\circ}$
„ „ L_2	„	$35,0^{\circ}$
„ „ L_3	„	$40,0^{\circ}$
„ „ L_4	„	$70,0^{\circ}$
.. przepoczwarczenie	„	$100,0^{\circ}$
Razem		$330,0^{\circ}$

Na podstawie tych założeń można prowadzić prognozy przebiegu rozwoju stonki w terenie. Dla uchwycenia pełnego cyklu życiowego na-

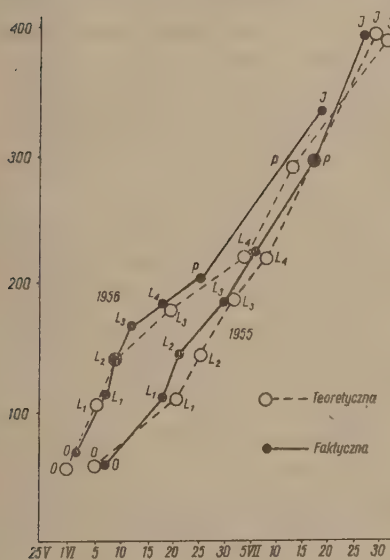
leży jeszcze uwzględnić pewną sumę ciepła potrzebną na okres od wylotu chrząszczy zimowych z ziemi do rozpoczęcia składania jaj. Odnosi się to również do chrząszczy letnich, które mogą przystąpić do rozmnażania, zapoczątkowując w ten sposób rozwój II pokolenia. W obydwu wypadkach posługiwanie się temperaturami efektywnymi jest nie wystarczające i często zawodne. W odniesieniu do chrząszczy zimowych początek wylotu z ziemi zależy w zasadzie od temperatur gleby oraz innych czynników natury biotycznej — głównie od stanu fizjologicznego chrząszczy zimujących. Co do temperatury gleby były robione liczne badania celem uchwycenia temperatury, przy jakiej chrząszcze opuszczają ziemię, pisaliśmy o tym wcześniej podkreślając rozbieżności u poszczególnych autorów. Ponieważ dla celów praktycznych posługiwanie się temperaturami gleby jest trudne i często w terenie nie wykonalne, robiliśmy próby określenia dat wylotu chrząszczy na podstawie sum temperatur efektywnych powietrza. Na podstawie dwuletnich prób ustaliliśmy, że suma 60° efektywnych temperatur określa z dużym przybliżeniem okres od wylotu z ziemi do rozpoczęcia składania jaj.

W ten sposób całkowita suma temperatur efektywnych dla pierwszej generacji, uwzględniająca również okres od wylotu chrząszczy do złożenia pierwszych jaj, wynosi $390,0^{\circ}$. Wyniki w ten sposób prowadzonych obserwacji w różnych rejonach Polski podaje rysunek 42. Linia ciągłą zaznaczono teoretyczny przebieg rozwoju stonki zgodnie z temperaturami efektywnymi, przerywaną zaś rzeczywisty rozwój obserwowany w polu na ogniskach stonki. Jak widać, na ogół odchylenia tych obu krzywych w roku 1955 nie są duże, natomiast krzywe za rok 1956 są niezgodne.

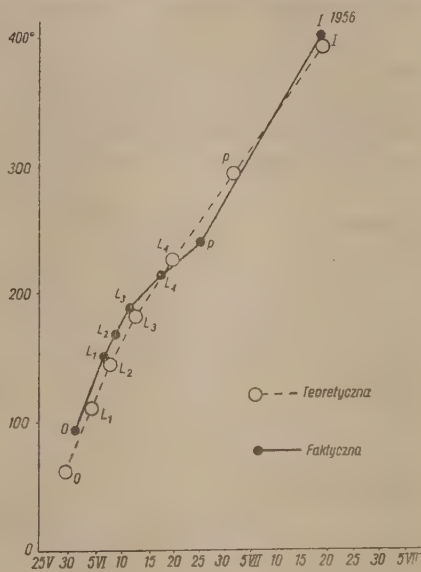
Przyczynę niezgodności widzimy w tym, że średnie dobowe temperatury brane do wyliczeń okazują się niewłaściwe w okresach chłodów, kształtując się często poniżej zera fizjologicznego. Takie okresy, mające miejsce u nas często w ciągu lata, wypadają całkowicie z wyliczeń a w rzeczywistości rozwój stonki w tym czasie odbywa się. Jest to rzeczą możliwą, ponieważ nawet w okresach zimna są takie godziny — najczęściej południowe — gdy temperatura układu się znacznie powyżej zera fizjologicznego i stonka wykazuje w tym czasie aktywność. W związku z tym doszliśmy do wniosku, że w wypadku ochłodzenia właściwe jest opieranie się na średnich dziennych temperaturach, a nie dobowych. Wykreślone według tych temperatur krzywe rozwoju stonki w roku 1956 (rys. 43) wykazują dużą zbieżność.

Trudnym momentem w prowadzeniu prognoz rozwoju stonki na podstawie temperatur efektywnych jest okres od wylęgu chrząszczy letnich do ewentualnego rozpoczęcia składania przez nie jaj drugiego pokolenia

lub też rozpoczęcia schodzenia chrząszczy na zimowanie. Dojrzewanie samic letnich nie jest bezpośrednio i wyłącznie związane z temperaturą, zależy od wielu skomplikowanych czynników natury przede wszystkim fizjologicznej samych owadów. Z wieloletnich badań wynika, że najkrótszy czas potrzebny do dojrzenia samic wynosi 8–10 dni. Dla celów praktycznych można prowadzić prognozy rozwoju drugiego pokolenia stonki



Rys. 42. Rozwój stonki na tle sum temperatur efektywnych obliczonych na podstawie średnich temperatur dobowych w latach 1955 i 1956 (oryg.). Development of the Colorado beetle on ground of the sums of effective temperatures calculated on ground of average temperatures of 24 hours during 1955 and 1956 (orig.).



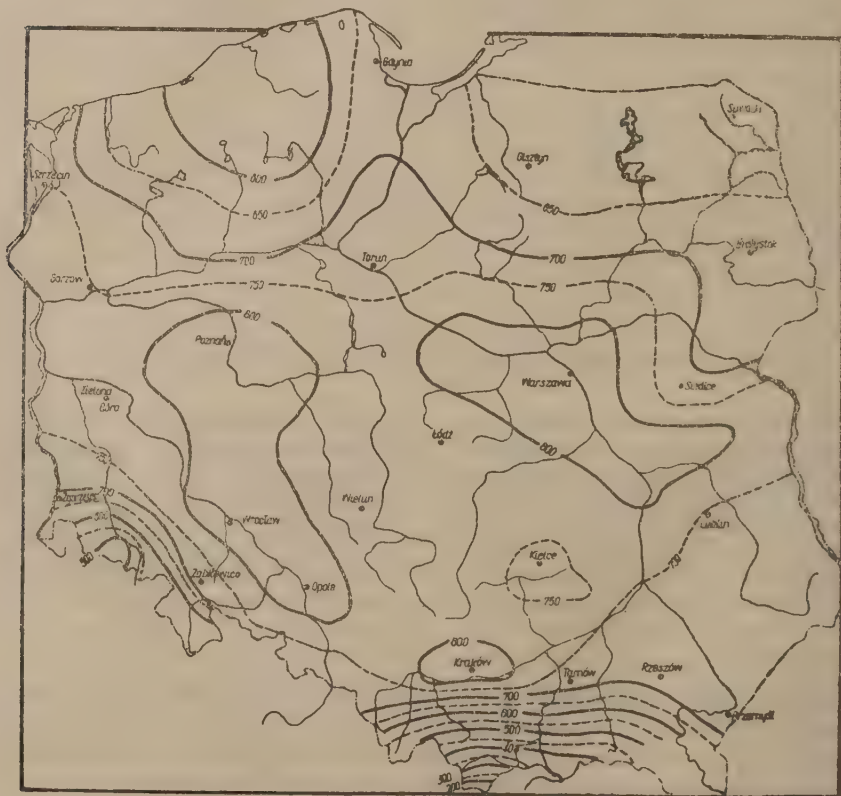
Rys. 43. Rozwój stonki na tle sum temperatur efektywnych obliczonych na podstawie średnich temperatur dziennych w 1955 r. (oryg.). Development of the Colorado beetle on ground of effective temperatures calculated on ground of average daily temperatures in 1955 (orig.).

opierając się o temperatury efektywne. W tym celu po zakończeniu rozwoju pokolenia I i pojawie pierwszych letnich chrząszczy należy odczekać 8 dni, potrzebnych na ewentualne dojrzenie samic i kopulację, po czym prowadzić prognozę rozwoju podobnie jak przy pokoleniu pierwszym, rozpoczynając od rozwoju jaj.

W zakończeniu rozważań o przydatności sum temperatur efektywnych

dla celów prognoz należy stwierdzić, że nie można brać ich za nieomyłne kryterium jak to robi Łarczenko (1958). Metoda ta co najmniej może być uważana za pomocniczą przy prowadzonych bezpośrednio obserwacjach.

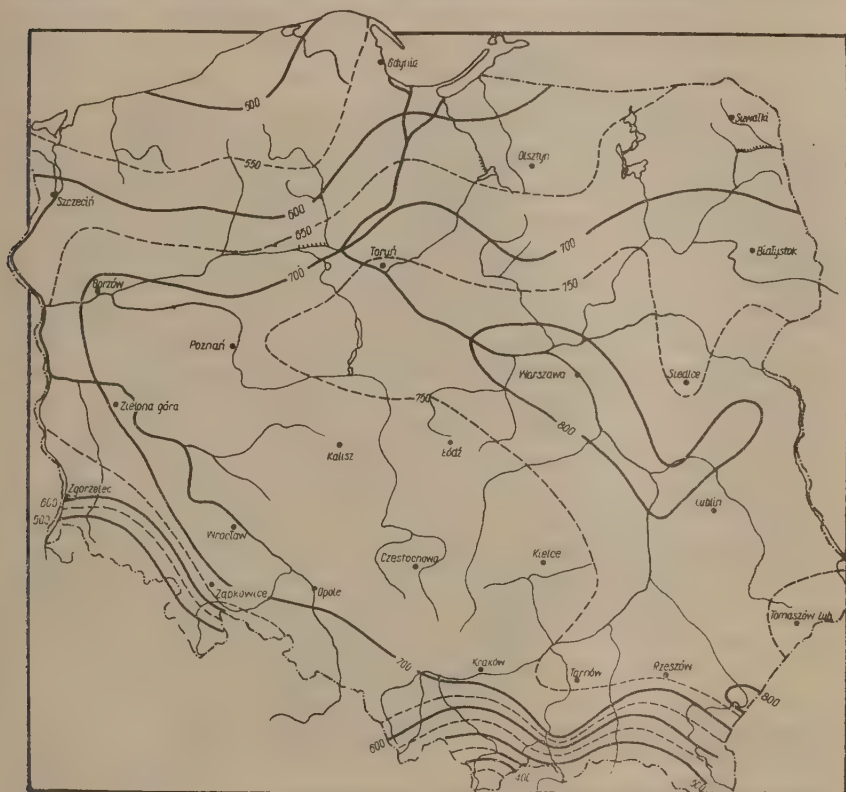
Znajomość wpływu temperatury na rozwój stonki pozwala na ustalenie obszarów Polski mniej lub więcej sprzyjających dla szkodnika i dla szybkiego jego rozwoju. Dla zobrazowania i scharakteryzowania Polski pod względem sum temperatur efektywnych wykonano odpowiednie mapy (rys. 44, 45, 46) dla warunków lat 1953, 1954 i średnich wieloletnich. Mapy dla roku 1953 i 1954 opracowano opierając się na średnich temperaturach dekadowych wyższych od $11,5^{\circ}$. Wartość rocznych sum temperatur dekadowych obliczono dla 60 stacji meteorologicznych. Jest



Rys. 44. Rozkład sum temperatur efektywnych w Polsce w roku 1953.
Distribution of the sums of effective temperatures in Poland in 1953 (orig.).

to ilość wystarczająca, aby pokryć obszar Polski dostatecznie gęstą siatką dla uzyskania ogólnego poglądu.

Mapa średnich wieloletnich rocznych sum temperatur efektywnych dla Polski została opracowana na podstawie danych wieloletnich średnich temperatur miesięcznych dla 150 punktów na terenie kraju.



Rys. 45. Rozkład sum temperatur efektywnych w Polsce w roku 1954 (oryg.).
Distribution of the sums of effective temperatures in Poland in 1954 (orig.).

Rozpatrując załączone mapy, daje się łatwo zauważyć, że układ krzywych o jednakowej sumie temperatur efektywnych jest zbliżony, rejony stosunkowo chłodne rozciągają się na Wybrzeżu, a szczególnie na terenie woj. koszalińskiego, częściowo zaś olsztyńskiego i białostockiego. Również na południu, w rejonach górskich, suma temperatur efektywnych jest stosunkowo niska. Najcieplejsze rejony leżą w środkowym pasie

Polski, a szczególnie w okolicach Poznania i Wrocławia oraz Warszawy i Krakowa. W poszczególnych, cieplejszych latach, jak np. w roku 1953, w tych okolicach suma ciepła wystarczała do rozwoju dwóch pokoleń stonki, co zgadza się zupełnie, z naszymi biologicznymi obserwacjami opisanymi wcześniej. Przeważnie jednak, jak widać z mapy wieloletniej,



Rys. 46. Rozkład sum temperatur efektywnych w Polsce obliczonych na podstawie wieloletnich temperatur (oryg.).

Distribution of the sums of effective temperatures in Poland calculated on ground of temperatures during many years (orig.).

na terenie Polski nie istnieją warunki cieplne dla rozwoju pełnych dwóch pokoleń stonki. Z tejże mapy wynika, że niektóre tereny kraju nie nadają się w ogóle do rozwoju szkodnika z powodu zbyt chłodnego klimatu. Takimi terenami są góry na południu kraju oraz częściowo nie-

które obszary przymorskie i w województwie olsztyńskim (ograniczone linią 400'), gdzie w pewnych latach stonka nie jest w stanie rozwinąć nawet jednego pokolenia. Tym można tłumaczyć, że w ostatnich latach obserwuje się jak gdyby cofanie się stonki z nadmorskich rejonów.

Patrząc na załączone mapy łatwo można dojść do wniosku, że terenami, na których najszybciej będzie postępował rozwój i rozmnażanie się stonki, a w związku z tym i narastanie ilości szkodnika, są obszary najcieplejsze, na których czasem mogą rozwijać się pełne dwa pokolenia.

Drugim czynnikiem klimatycznym, którego działanie na stonkę dość dobrze poznano — jest wilgotność.

Pierwotna ojczyzna stonki leży w sawannach, gdzie opady roczne wynosiły 300 do 600 mm, przy czym w okresie rocznym występuje tam mało, bo zaledwie do 20% dni deszczowych. Obecnie szkodnik bardzo poszerzył swój zasięg, lecz nie wyszedł poza pewne granice opadów. W klimacie suchszym, o sumie opadów mniejszej niż 200 mm rocznie, stonka rozwija się słabo i jest raczej rzadkością (np. w Arizonie). Jeśli chodzi o maksymalne opady w rejonach opanowanych przez stonkę na terenie Ameryki Północnej, są to Floryda, Luisiana i Virginia, gdzie również szkodnik występuje w słabym nasileniu. Stonka sięga aż (np. w Kanadzie wschodniej) do strefy mgieł, która charakteryzuje się 40% dni deszczowych. W rejonach tych występowanie szkodnika jest słabe. Tym też możemy tłumaczyć powolność inwazji na Anglię, której klimat jest wysoce wilgotny.

Rejony, gdzie stonka najlepiej się rozmnaża i rozwija, mają opady roczne 600—1500 mm, ilość zaś dni deszczowych wynosi 20—35% rocznie. Jeśli chodzi o rozkład opadów, to stoncy odpowiadają deszcze letnie niezbyt gwałtowne i nie przewlekłe. Wilgotność powietrza w rejonach zajętych przez stonkę waha się w bardzo dużych granicach. Na przykład Trouvelot (1936) podaje, że w Ameryce Północnej wilgotność wynosi: w Salt Lake (St. Utah) 35% w lecie i do 72% w zimie, w Helena (St. Montana) 45% w lecie i 70% w zimie, w Denver (Colorado) 50% w lecie i 54% w zimie, w Santa Fe (St. N. Meksyk) 50% w lecie i 37% wiosną i wreszcie w Nowym Orleanie (St. Luisiana) 78% w lecie i tyleż wiosną.

Breitenbecher (1918) stwierdził w swych badaniach, że spadek wilgotności powietrza poniżej 20% powoduje wstrzymanie rozmnażania się stonki. W okresach silnej posuchy chrząszcze chowają się do ziemi i wpadają w odrętwienie. Robinson (1928) stwierdził, że chrząszcze mogą stracić znaczne ilości wody w organizmie, co nie powoduje ich śmierci. Podaje on, że zawartość wody spadała czasem w chrząszczach do 50% wagi ciała na skutek wysuszenia. W badaniach naszych mieliśmy niejednokrotnie znacznie większe wysuszenie ciała chrząszczy, docho-

dzące do poniżej 40% wagi ciała, bez ujemnego wpływu na dalszy ich rozwój. Na to, jak stonka może przygotować się do zmiennych warunków wilgotnościowych, wskazują na przykład badania Towera (1917), któremu udało się przystosować stonkę w ciągu 6 pokoleń do znoszenia suszy. Optymalne warunki wilgotności powietrza dla stonki znajdują się w pobliżu 70% wilgotności (Trouvelot 1936). Silne i przewlekłe opady, szczególnie w rozwoju larw powodują silne zahamowanie rozwoju stonki. Według Gibsona (1925) nadmiar wilgoci powoduje kanibalizm.

WPLYW GLEBY NA ROZWÓJ STONKI

Związek stonki ziemniaczanej z glebą jest bardzo ścisły, a to z tego względu, że owad ten spędza w glebie znaczną część swego życia bądź to w okresie przepoczwarczania, bądź też w okresie zimowania. Szczególnie okres zimowania wiąże silnie stonkę z ziemią, uzależniając w dużym stopniu losy zimujących owadów od warunków panujących w glebie. Bogdanow-Katkov (1947) uważa, opierając się na literaturze, że stonka najlepiej zimuje w glebach piaszczystych, natomiast gleb gliniastych unika. Zwięzłe, ciężkie gleby utrudniają wejście larw na przepoczwarczenie, a chrząszczom na zimowanie. Zbyt lekkie gleby są nieprzystające w tym wypadku, jeśli mają wysoką wilgotność lub są zbyt przesuszone.

Opierając się na danych uczonych amerykańskich Bogdanow-Katkov (1947) przypuszcza, że dla rozwoju i zdrowotności stonki mają również duże znaczenie właściwości fizyczne i chemiczne gleby. Mniejsza liczebność szkodnika w stanach: Arizona, południowa Dakota, Newada, Idaho i Texas tłumaczy się właściwościami glebowymi.

Klein-Krauthelm (1950) badał śmiertelność stonki w okresie zimy na trzech typach gleb: glinie piaszczystej, czystym piasku i ziemi torfowej zawierającej 2/3 miazgi torfowego i 1/3 zwykłej gleby. Już w okresie wkopywania się do ziemi wystąpiły znaczne różnice. Do gliny piaszczystej nie weszło i zginęło na powierzchni 3% chrząszczy, do piasku — 7% i do ziemi torfowej — 24%. Śmiertelność zimowa wyniosła 53,5% w glinie piaszczystej, 65,6% w piasku i 74,5% w glebie torfowej. Większość chrząszczy zimowała na głębokości 20–40 cm. Autor dochodzi do wniosku, że wysoka śmiertelność stonki w glebie torfowej była spowodowana wysoką wilgotnością tej ziemi.

Szczegółowe badania nad zimowaniem stonki w różnych glebach przeprowadził Piekarczyk (1955 b) w specjalnych komorach zimowych pozwalających na obserwowanie ruchów chrząszczy w ziemi poprzez szybę. Do badań wzięte były następujące typy gleb: szczerk lekki, szczerk

gliniasty, czarna ziemia, gleba torfowa (mursze), glina i ziemia brunatna. Autor stwierdził, że w różnych glebach stonka zimowała na różnych głębokościach zwiększających się w następującej kolejności: gleba torfowa, czarna ziemia, szczerk lekki, glina, gleba brunatna, szczerk gliniasty. Ogólnie biorąc, większość chrząszczy zimowała na głębokości 15–40 cm. Przyczyną płytkiego zimowania stonki w glebie torfowej i czarnej ziemi jest niewątpliwie ich wysoka wilgotność. Jeśli idzie o śmiertelność, to układała się ona w sposób podany w tabeli 13.

Tabela 13

Zimowa śmiertelność chrząszczy stonki
w różnych typach gleb
Winter mortality of the beetles
in different types of soil

Typ gleby	Procent śmiertelności
1	2
Szczerk lekki	32
„ gliniasty	31
Glina	44
Czarna ziemia	50
Gleba brunatna	20
„ torfowa	30

1 — type of soil,

2 — percent of mortality,

Wysoka śmiertelność w glinie i czarnej ziemi spowodowana była prawdopodobnie dużą wilgotnością tych gleb. Widać stąd, że najlepiej stonka zimuje w glebach umiarkowanie zwężonych i niezbyt wilgotnych. Dlatego też obserwujemy w terenie słabe opanowanie ziemniaków na polach gliniastych, czy też torfowych i podmokłych. Piekarczyk (1955 b) zwraca również uwagę na interesujący fakt pozostawiania w ziemi części chrząszczy przez cały sezon wegetacyjny aż do następnego roku. Po dwóch latach chrząszcze takie mogą wyjść i normalnie się rozwijać. Kontynuując te badania doszliśmy do wniosku, że przyczyną długiej diapauzy chrząszczy była w tym wypadku niska wilgotność gleby. Chrząszcze zimujące w przesuszanej glebie nie powracają do aktywności na wiosnę. Badanie ich ciała wykazało, że zawartość wody wolnej w ich organizmie spada do 38% i w tym stanie trwają aż do czasu, gdy gleba zostanie nawilgocona, co pozwala im na powrót do aktywności. Po dwuletnim przebywaniu w ziemi chrząszcze normalnie żerowały i rozmnażały się. Świad-

czy to o dużej przystosowalności stonki do warunków otoczenia i o roli wilgotności gleby na długość okresu spoczynku chrząszczy.

Gleba wywiera swój wpływ nie tylko na zimowanie, lecz też i na okres przepoczwarczenia larw. Ostatnio prowadzone badania wykazują, że w zależności od typu gleby i jej wilgotności zmienia się głębokość wkopywania się larw na przepoczwarczenie, ich śmiertelność w czasie metamorfozy, a nawet płodność przyszłych chrząszczy. I w tym wypadku najczęściej sprzyjającą jest gleba torfowa. Bardzo ujemnie, i to we wszystkich typach gleb, wpływa nadmiar wilgoci, dwukrotnie wzrasta wtedy śmiertelność dochodząc do 80% (w glebie normalnie wilgotnej 30–40%), a płodność samic wyszłych z takiej wilgotnej gleby, po przepoczwarczeniu spada do 0, a u samic wyszłych z gleby umiarkowanie wilgotnej sięgała powyżej 1000 jaj.

WPŁYW ŚWIATŁA NA ROZWÓJ STONKI

Wpływ fotoperiodu na rytm życiowy owadów jest stosunkowo mało znany od strony naukowej. W ostatnich latach tematyka ta staje się bardzo aktualna i coraz więcej prac naukowych z tego zakresu się pojawia (Andrianowa 1948, Bondarenko 1950, Gejspic 1953, Danilewskij 1948, 1956, Danilewskij i Glinjannaja 1950, Kogure 1953, Lees 1953, Way i Hopkins 1952). W odniesieniu do stonki ziemniaczanej rola fotoperiodu jest słabo zbadana i niewiele jeszcze na ten temat istnieje źródełowych danych. Obserwując jednak biologię stonki daje się łatwo zauważyć, że pewne przejawy życiowe zachodzą w niej w poszczególnych latach dość regularnie, mimo zmieniających warunków otoczenia. Tak więc, poczynając od wiosny widać, że mimo bardzo znacznych różnic w terminie wylotu chrząszczy zimowych z ziemi, wynoszących w okresie lat 1950–1955 nawet ponad miesiąc, składanie jaj rozpoczyna się z o wiele mniejszym odchyleniem, przy czym istnieje zasada, że czym później nastąpi wylot z ziemi, tym szybciej rozpoczyna się składanie jaj przez samice.

Patrząc na płodność samic zimowych widać, że maksimum składania jaj wypada zawsze w końcu czerwca i w początkach lipca, przy czym działanie czynników klimatycznych — szczególnie temperatury — ogranicza się do regulowania wysokości tego maksimum.

Składanie jaj przez samice pokolenia letniego jeszcze wyraźniej wskazuje na to, że klimat odgrywa tu tylko dodatkową rolę. W większości wypadków warunki klimatyczne są całkowicie sprzyjające dla składania jaj przez samice pokolenia letniego, a mimo to płodność tych samic jest bardzo ograniczona. Na specjalną uwagę zasługuje fakt, że składanie jaj

przez samice zimowe oraz przez samice letnie kończy się zasadniczo w jednym czasie, przy czym i tu przebieg pogody nie odgrywa istotnej roli. Wreszcie obserwacje czynione nad terminem schodzenia chrząszczy stonki ziemniaczanej do ziemi na zimowanie wskazują wyraźnie na niezależność tego zjawiska od czynników klimatycznych. Stwierdza się mianowicie, że schodzenie do ziemi następuje u chrząszczy letnich tym szybciej, im później nastąpił wylęg. Dzięki temu zejście większości chrząszczy do ziemi następuje w dość krótkim przedziale dni.

Wszystkie wspomniane momenty nasuwają przypuszczenie o wpływie długości dnia na rytm życiowy stonki. Ostatnie badania prowadzone w Polsce (Węgorek 1955), jak również wyniki badań zagranicznych (Jermy i Sáringner 1955 b, Goryszin 1956, De Wilde 1954, 1955) rzucają wyraźne światło na tę kwestię. Z badań naszych (Węgorek 1955) wynika, że długość dnia, przy jakim zachodzi rozwój szkodnika, zaznacza się już w jego okresie larwalnym. Jeżeli rozwój od jaja do okresu przepoczwarzania przebiega przy dniu długim (18 godzinny), to ulega on przedłużeniu o około 2 dni w stosunku do rozwoju larw przy dniu krótkim (11 godzinny).

Wpływ długości dnia na aktywność chrząszczy uwidacznia się bardzo silnie. Płodność samic trzymanyh przy dniu długim była bardzo wysoka i wynosiła dla 100 samic 24 776 jaj, przy dniu normalnym 17 628 jaj, a przy dniu krótkim 0 jaj.

Fotoperiod wpływa też silnie na śmiertelność naturalną stonki. Przy dniu długim śmiertelność za cały okres rozwoju od jaj do zejścia chrząszczy na zimowanie wyniosła, w zależności od jakości pożywienia (ziemniaki hodowane w dniu różnej długości) od 35 do 81%, przy krótkim zaś — od 19 do 30%.

Wreszcie rażący wpływ fotoperiodu widać w długości aktywności chrząszczy. Przy dniu krótkim chrząszcze już po 7–8 dniach od wylęgu przygotowują się do zimowania i w dobrym stanie fizjologicznym wkopują się do ziemi. Natomiast przy dniu długim chrząszcze zachowują aktywność przez wiele dni, zaczynając wkopywać się do ziemi po około 45 dniach, a masowe zejście ich na zimowanie następuje po około 80 dniach, gdy temperatura powietrza obniżyła się do około 12°.

Tak różne zachowanie się chrząszczy w zależności od długości dnia ma bardzo wyraźne odbicie w biochemicznym składzie ich ciała, a to z kolei warunkuje zdrowotność chrząszczy, szczególnie w okresie zimowania.

Zmiany te obrazuje tabela 14, podająca ogólny skład ciała chrząszczy zaraz po wylęgu oraz w momencie schodzenia do ziemi na zimowanie.

Jak wiadomo z badań nad zimowaniem stonki (Węgorek 1957 b), niska zawartość ciał tłuszczowych w ciele zimujących chrząszczy powo-

Tabela 14

Biochemiczny skład ciała chrząszczy
 Biochemical composition of the beetle's body

	Rodzaj chrząszczy	Waga ciała w mg	Procent wody wolnej	Procent zawartości w suchej masie		
				tłuszczu	białka	L/N
	1	2	3	4	5	6
a.	Samice młode	121	84,1	8,84	11,17	0,79
b.	Samce młode	112	87,3	8,14	11,60	0,70
c.	Samice schodzące na zimowanie, hodowane przy dniu długim	150	56,40	32,90	8,23	3,99
d.	Samice schodzące na zimowanie, hodowane przy dniu krótkim	154	45,83	47,56	6,95	6,84
e.	Samice schodzące na zimowanie, hodowane przy dniu normalnym	163	54,96	35,90	8,11	4,42

- 1 — kind of beetles,
 2 — weight of beetle in mg,
 3 — percent of free water,
 4 — percent of lipids,
 5 — percent of albumens,
 6 — coefficient lipids to the albumens.
 a — young females,
 b — young males,
 c — females from the long day in hibernation,
 d — females from the short day in hibernation,
 e — females from the normal day in hibernation.

duże dużą ich śmiertelność, wysoka zaś — dobre znoszenie niesprzyjających warunków zimowania. Tak więc różna długość dnia, w jakim następuje rozwój stonki, ma głęboki wpływ nie tylko na jej przejawy życiowe, ale również na populację, stanowiąc bardzo ważny element do poznania zmian w masowości pojawu stonki.

Te — można powiedzieć — głęboko teoretyczne badania mają bardzo duże znaczenie praktyczne, tłumacząc nam wiele niejasnych dotąd zjawisk w życiu stonki oraz wyjaśniając ogólny rytm życiowy tego owada i w ten sposób dając pewne podstawy do prognozowania jego rozwoju. Wnioski praktyczne można ująć w kilku punktach.

1. Najwyższa płodność chrząszczy zimowych wypada zawsze w okresie koniec czerwca i początek lipca, pokrywając się z najdłuższymi dniami.

2. Jeżeli wylot głównej masy chrząszczy nastąpi późną wiosną,

np. w połowie czerwca, jak to w naszych warunkach czasem bywa (np. w 1955 r.), to samice nie mogą rozwinąć swej pełnej produkcji jaj na okres najdłuższych dni i w związku z tym ich maksimum płodności jest niższe niż w wypadku wcześniejszego wylotu. Rola klimatu ogranicza się do określenia wysokości tego maksimum, tzn. w wypadku sprzyjającej pogody w końcu czerwca i w początkach lipca maksimum składania jaj osiąga wysoki poziom (rys. 25), przy złych zaś warunkach jest ono znacznie niższe (rys. 26).

3. Jeżeli wylęg chrząszczy letnich nastąpi późno, na przykład w początkach sierpnia (jak to miało miejsce w 1956 r.), to mimo sprzyjającego układu innych czynników ekologicznych, takich jak temperatura, wilgotność czy pożywienie — nie składają one jaj II pokolenia, lecz dość szybko przygotowują się do zimowania i schodzą do ziemi w dobrym stanie fizjologicznym. Wczesny wylęg chrząszczy letnich, na przykład w początkach lipca (jak to miało miejsce w roku 1953) odwrotnie — powoduje składanie przez samice jaj II pokolenia i przedłużenie aktywności letnich chrząszczy.

4. Dla zimowania chrząszczy stonki wielkie znaczenie ma data ich wylęgu. Chrząszcze wylęgle w początkach lipca, a więc przy dniu długim osłabiają swój organizm przez składanie jaj i w wyniku tego giną w znacznym procencie w czasie zimy, chrząszcze wylęgle późnym latem schodzą do ziemi z lepszym zapasem i w wyniku tego ich śmiertelność jest znacznie mniejsza.

ROLA POŻYWIEŃ

Niewiele mamy przykładów w nauce o szkodnikach roślin, gdzie rola czynnika pożywienia odegrałaby tak wielką rolę w rozwoju gatunku, jak to miało miejsce u stonki ziemniaczanej. Cała historia ostatnich 100 lat tego szkodnika jest ściśle konsekwencją przejścia z żywienia się dzikimi psiankowatymi na ziemniak uprawny. Z tego względu dokładna znajomość specyfiki pożywienia staje się zasadniczym zagadnieniem w poznaniu przyczyn masowych pojawów stonki ziemniaczanej.

Rośliny żywicielskie

Z punktu widzenia praktycznego przyjmuje się, że stonka ziemniaczana jest monofagiem żerującym i rozwijającym się tylko na ziemniaku uprawnym (*Solanum tuberosum*). W rzeczywistości jednak szkodnik ten może występować na wielu roślinach psiankowatych, a na niektórych z nich przechodzi on normalny rozwój.

Bogdanow - Katkow (1947) podaje następujący zestaw roślin, na

których zarejestrowano występowanie stonki ziemniaczanej: *Solanum melongena*, *S. tuberosum*, *S. nigrum*, *S. rostratum*, *S. cornutum*, *S. dulcamara*, *S. sisymbriifolium*, *S. triflorum*, *S. warsewiczii*, *S. carolinense*, *S. discolor*, *Lycopersicum esculentum*, *Capsicum indicum*, *Hyoscyamus niger*, *Physalis alkekengi*, *Lycium ruthenicum*, *Nicotiana tabacum*, *Datura stramonium*, *Atropa belladonna*.

Badania nad zachowaniem się stonki na różnych roślinach znalazły się w sferze żywych zainteresowań, gdy stwierdzono dużą, a czasem pełną śmiertelność larw stonki na niektórych dzikich gatunkach *Solanaceae*. W fakcie tym upatrywano możliwość hodowli odmian ziemniaków odpor-nych na żer stonki.

Trouvelot i Thenard (1931) stwierdzili, że larwy stonki ziemniaczanej atakują tylko nieliczne gatunki roślin z rodziny psiankowatych.

Schwarz i Müller (1938), a również szczegółowiej Schaper (1938) przebadali zachowanie się stonki na różnych gatunkach *Solanaceae*. Schaper (1938) dzieli te rośliny na 4 grupy w zależności od ich odporności na żer stonki.

Grupa I — rośliny silnie uszkodzane: *Solanum marginatum*, *S. stramonifolium*, *S. cornutum*, *S. dulcamara*, *S. gilo*, *S. andigenum*, *S. rostratum*.

Grupa II — rośliny umiarkowanie uszkodzane: *S. tuberosum*, *S. etuberosum*, *S. laciniatum*, *S. acaule*, *S. chacoense*, *S. ajuscoense*, *S. antipoviczii*, *S. vallis mexici*, *S. neoantipoviczii*, *S. candelarium*, *S. reddickii*.

Grupa III — rośliny umiarkowanie odporne: *S. pyracanthum*, *S. baldisi*, *S. heterodoxum*, *S. artropurpureum*, *S. ciliatum*, *S. caldasii*, *S. commersonii*, *S. verrucosum*.

Grupa IV — rośliny odporne: *S. mammosum*, *S. demissum* var. *klotzkii*, *S. commersonii*, *S. bonariense*, *S. cervantesii*, *S. robustum*, *S. guinense*, *S. auriculatum*, *S. aviculare*, *S. hendersonii*, *S. capsicastrum*, *S. memphitium*, *S. nodiflorum*, *S. roberti eliae*, *S. polyadenium*, *S. henryi*, *S. demissum*, *S. Jamesii*, *S. milanii*.

Jermy i Sáringer (1954) stwierdzili, że i na innych badanych przez nich roślinach należących do rodziny psiankowatych (*Solanaceae*) larwy I stadium rozwojowego wcześniej czy później giną. Chrząszcze kończyły swe żerowanie związane z dojrzewaniem na następujących roślinach: *Solanum dulcamara*, *S. nigrum*, *Datura stramonium*, *Hyoscyamus niger*, *Atropa belladonna*, *Lycium halimifolium* i *Physalis alkekengi*. Chrząszcze odżywiane wyłącznie *Datura stramonium*, *Lycium halimifolium* i *Solanum nigrum* — przezimowały. Wskazuje to na możliwość przygotowywania się do zimowania późno wylęgłych chrząszczy na niektórych chwastach z rodziny *Solanaceae*.

Buhr (1955) badał szczegółowo szereg roślin pod kątem ich przydatności dla stonki i stwierdził, że rozwój nie następuje (zarówno chrząsz-

czy, jak i larw) na następujących rodzajach: *Nicandra*, *Dunalia*, *Scopolia*, *Physochlaina*, *Hyoscyamus* (niektóre gatunki jak: *albus*, *canariensis*, *fale-zlez*, *muticus*, *reticulatus*), *Withania*, *Physalis*, *Sarocha*, *Capsicum*, *Solanum* (niektóre gatunki), *Cyphomandra*, *Datura* (niektóre gatunki, głównie amerykańskie, jak: *arborea*, *innocia*, *metel*, *meteloides*, *quercifolia*, *sanguinea*), *Cestrum*, *Nicotiana* (niektóre gatunki, przede wszystkim *tubacum* i *rustica*), *Fabiana*, *Petunia*, *Salpiglossis*, *Schizanthus* i *Brunfelsia*.

Blisko *Solanaceae* stojące *Nolanaceaea* są całkowicie odporne na żer stonki.

W tabeli 15 podane są wyniki badań przeprowadzonych u nas nad przydatnością różnego pokarmu dla larw. Do każdej hodowli brano po 20 larw L_1 .

Tabela 15

Przydatność różnych roślin z rodziny *Solanaceae* dla larw stonki ziemniaczanej
Utility of different plants of the *Solanaceae* family
for larvae of the Colorado beetle

Nazwa rośliny	Długość ży- cia larw w dniach	Śmiertelność larw w %	Zjedzona powierzchnia liści w mm ² na dobę
1	2	3	4
<i>Nicotiana auriculata</i>	2	100	0
<i>Nicotiana paniculata</i>	4	"	"
<i>Nicotiana chinense</i>	3	"	"
<i>Nicotiana rustica</i>	3	"	"
<i>Nicotiana glauca</i>	1	"	"
<i>Nicotiana texana</i>	1	"	"
<i>Datura metel</i>	3	"	"
<i>Nicandra physaloides</i>	3	"	"
<i>Physalis Franchetti</i>	3	"	"
<i>Physalis peruviana</i>	3	"	"
<i>Loasa triphylla</i>	1	"	"
<i>Petunia hybrida</i>	4	"	"
<i>Solanum capsicastrum</i>	4	"	"
<i>Solanum alatum</i>	4	"	1-15
<i>Solanum nitidibaccatum</i>	3	"	"
<i>Solanum demissum B</i>	6	"	"
<i>Solanum demissum R</i>	6	"	"
<i>Solanum nigrum</i>	6	"	"
<i>Solanum pseudocapsicum</i>	4	"	"
<i>Solanum lycopers. v. porzeczkowe</i>	6	"	"
<i>Schisanthus pinnatus</i>	4	"	"
<i>Capsicum annum</i>	4	"	"

Nazwa rośliny	Długość ży- cia larw w dniach	Śmiertelność larw w %	Zjedzona powierzchnia liści w mm ² na dobę
1	2	3	4
<i>Nicotiana langsdorfii</i>	4	??	??
<i>Datura Bernhardii</i>	8	..	15—40
<i>Datura gigantea</i>	6
<i>Datura ferox</i>	6	??	..
<i>Datura meteloides</i>	9	??	??
<i>Datura quercifolia</i>	7	??	??
<i>Datura inermis</i>	7	??	..
<i>Datura tatula</i>	12	??	??
<i>Datura chlorantha</i>	12	??	??
<i>Datura ceratocaula</i>	12	??	??
<i>Datura fastuosa</i>	7	??	..
<i>Datura Leichtwardii</i>	90	95	..
<i>Datura stramonium</i>	36	85	??
<i>Datura Caldasii</i>	35	50	??
<i>Solanum macrocarpon</i>	8	100	??
<i>Solanum quitoense</i>	5	100	??
<i>Solanum simplicifolium</i>	300	25	..
<i>Solanum Comersonii</i>	40	65	..
<i>Solanum radicans</i>	7	95	..
<i>Solanum sisymbirifolium</i>	14	70	??
<i>Solanum chacoense</i>	52	90	..
<i>Solanum citrullifolium</i>	90	70	..
<i>Solanum luteum</i>	4	100	??
<i>Solanum tomatillo</i>	36	95	??
<i>Solanum melongena v. virida</i>	23	75	??
<i>Solanum lycopers. v. Gold Ball</i>	49	80	??
<i>Solanum lycopers. v. wiśniowe</i>	60	80	??
<i>Solanum lycopers. v. Karzelek</i> Puławski	55	55	..
<i>Solanum lycopers. v. Golden</i> Königen	31	80	??
<i>Solanum lycopers. v. śliwkowe</i>	32	85	??
<i>Solanum lycopers. v. Mory</i>	62	65	??
<i>Solanum lycopers. v. Early of All</i>	45	75	..
<i>Solanum lycopers. v. Warszawskie</i>	50	85	??
<i>Solanum lycopers. v. racemigerum</i>	32	80	??
<i>Solanum lycopers. v. Scelandia</i>	40	75	??
<i>Solanum lycopers. v. Pomona</i>	8	100	??
<i>Solanum lycopers. v. Bounty</i>	7	85	??
<i>Solanum lycopers. v. Goldene lewel</i>	35	85	??
<i>Solanum lycopers. v. Open Air</i>	10	100	??

Nazwa rośliny	Długość życia larw w dniach	Śmiertelność larw w %	Zjedzona powierzchnia liści w mm ² na dobę
1	2	3	4
<i>Solanum lycopers. v. Brack of Day</i>	10	100	15—40
<i>Solanum lycopers. v. cerasiforme</i>	31	85	"
<i>Solanum rostratum</i>	17	95	"
<i>Solanum heterodoxum</i>	14	60	> 40
<i>Solanum melongena</i>	16	65	"
<i>Solanum dulcamara</i>	60	75	"
<i>Lycium chinense</i>	23	80	"
Kontrolne na <i>Solanum tuberosum</i>		przec.	"
v. Dar	480	25	"

1 — name of plant,

2 — length of life of larvae in days,

3 — percent of mortality,

4 — surface of eaten leaves in a day in mm²,

Na bardzo istotny moment związany z odpornością roślin na żer stonki zwraca uwagę Achremowicz (1955), podkreślając, że odporność roślin może ulegać zmianom w okresie wegetacji. Na młodych roślinach *Solanum chacoense* ginęły młode larwy w 94%, w lipcu już tylko w 78%, a we wrześniu w 63%.

Wszystko to, co powiedziano na temat roślin żywicielskich, wskazuje, że istnieją zupełnie wyraźne cechy odporności pewnych gatunków na żer stonki. Czynniki odporności różnych roślin jest różny i może być natury morfologicznej i biochemicznej. Obserwacje nad odpornością roślin dały podstawy do badań hodowlanych, o których mówimy w rozdziale omawiającym zwalczanie stonki przy pomocy metody agrotechniczno-hodowlanej.

Wpływ jakości pożywienia na przejawy życiowe stonki ziemniaczanej

W polu rozwój stonki ziemniaczanej odbywa się w różnych warunkach nie tylko klimatycznych czy glebowych, ale też i żywieniowych. Wylatujące wiosną z ziemi chrząszcze osiadają na różnych polach ziemniaczanych obsadzonych w różnych terminach różnymi odmianami.

Przewlekłość wylotu z ziemi oraz długość okresu składania jaj powo-

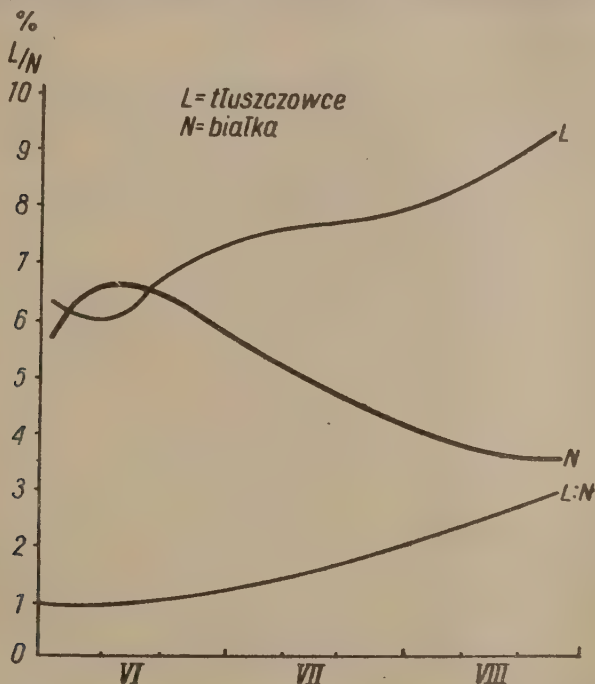
duje, że rozwój larw I pokolenia odbywa się na bardzo różnorodnym pokarmie, pomimo że w zasadzie wszędzie jest to ziemniak — *Solanum tuberosum*.

W ostatnich czasach zwraca się wiele uwagi na badanie wpływu jakości pożywienia na rozwój stonki. Pod jakością pożywienia rozumie się przede wszystkim biochemiczny skład liści ziemniaczanych. W szeregu swoich prac stwierdza Łarczenko (1955 a, b, 1958), że jakość pożywienia decyduje o narastaniu lub spadku populacji stonki, o diapauzie, jej terminie, płodności samic i śmiertelności w okresie zimowania. Czynnikiem decydującym o roli pokarmu jest według tej autorki zawartość ciał tłuszczowych w pokarmie. Wyższa zawartość tłuszczów w liściach ziemniaczanych powoduje szybkie nagromadzenie ciał tłuszczowych w ciele stonki i przygotowanie się do diapauzy. Odwrotnie, niska zawartość tłuszczów w liściach ziemniaka sprzyja dojrzewaniu samic, ich płodności, przedłużeniu aktywności, co prowadzi do wyczerpania ich organizmu. W wypadku chrząszczy letnich pokarm ubogi w tłuszcze powoduje ich dojrzewanie i składanie jaj II pokolenia, a w związku z tym osłabienie tych chrząszczy i dużą ich śmiertelność w czasie zimowania. Prowadzi to w konsekwencji do zmniejszenia się zapasu chrząszczy na rok przyszły, a zatem do zmniejszenia populacji szkodnika, ponieważ rozwój II pełnego pokolenia jest w warunkach Polski zwykle niemożliwy. Jeżeli chrząszcze letnie odżywiają się po wylęgu pokarmem bogatym w tłuszcze, to następuje w nich szybkie przygotowanie do diapauzy i w dobrym stanie fizjologicznym schodzą one do ziemi. Ich śmiertelność w okresie zimy jest zwykle mała, co w konsekwencji prowadzi do silnego pojawu w roku następnym. Opierając się na pracach biochemicznych Wojciechowskiego i innych (1957) stwierdza Łarczenko, że fizjologia stonki zależy od współczynnika lipocytarnego liści ziemniaczanych. Współczynnikiem lipocytarnym określa autorka stosunek zawartości tłuszczów do białek w liściach ziemniaków. Uważa ona, że odżywianie się chrząszczy liśćmi, w których stosunek ten kształtuje się powyżej 1, a tym bardziej, gdy jego poziom wynosi 2 lub więcej, prowadzi nieuchronnie do wstrzymania aktywności, gromadzenia tłuszczów w organizmie i do diapauzy. Niski współczynnik lipocytarny, jaki obserwuje się w młodych roślinach, prowadzi do dojrzewania chrząszczy i ich rozmnażania się.

Wyniki biochemicznych analiz liści ziemniaczanych wykonane na bogatym materiale roślinnym przez Wojciechowskiego i innych (1957) wykazują, że w miarę rozwoju zawartość tłuszczów w liściach ziemniaków wzrasta, ilość zaś ciał białkowych stopniowo opada. W wyniku tego współczynnik lipocytarny w okresie wegetacji wzrasta (rys. 47). Łatwo zauważyć, że później wylęgające się chrząszcze letnie trafiają na

pokarm o wyższym współczynniku lipocytarnym, a w związku z tym szybciej zapadają w diapauzę. Natomiast wcześniej wylęgłe owady spotykają w swym środowisku rośliny uboższe w tłuszcze i mogą dojrzewać i składać jaja. W rzeczywistości taki też obraz obserwujemy w polu.

Jednakże przypisywanie decydującej roli w zachowaniu się chrząszczy wyłącznie jakości pożywienia, a tym bardziej pojedynczemu składnikowi



Rys. 47. Krzywe zmian zawartości tłuszczowców i białek w liściach ziemniaka (oryg.).

Curves of changes of contents of lipoids and proteins in potato leaves (orig.).

tego pożywienia, jak to robi Łarczenko jest niesłuszne, ponieważ już choćby wcześniej opisane przez nas wyniki prac nad rolą fotoperiodyzmu każą patrzeć na fizjologię stonki jako na syntezę większej ilości bardzo skomplikowanych czynników.

Kontynuując badania nad rolą pożywienia, przeprowadziliśmy hodowlę stonki na różnym pokarmie. Chrząszczom dawano jako pokarm wierzchołki pędów ziemniaków hodowanych w warunkach dnia długiego (18 godzin), krótkiego (11 godzin), normalnego i w świetle rozproszonym

Tabela 16

Analiza biochemiczna naci ziemniaków hodowanych w różnej długości dnia. Biochemical analyses of potato leaves cultivated in days of different length

Kombinacje	28. VI						8. VII						11. VIII					
	woda	azot	tluszcz	karoten	węgl. red.	węgl. nie red.	woda	azot	tluszcz	karoten	węgl. red.	węgl. nie red.	woda	azot	tluszcz	karoten	węgl. red.	węgl. nie red.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
a. Normalny dzień	83,4	5,35	7,04	70,8	2,90	0,79	85,0	5,17	7,58	54,2	2,38	0,58	81,5	4,79	7,37	39,7	1,98	0,35
b. Długi dzień	83,5	5,41	7,09	66,9	1,66	1,28	86,0	5,64	7,65	60,9	2,72	0,62	83,3	4,01	7,46	29,0	2,25	1,08
c. Krótki dzień	85,6	5,79	6,98	82,5	1,84	1,09	87,3	6,11	6,79	76,8	2,55	0,52	—	3,47	7,18	—	2,06	0,90
d. Zacielenie	88,5	7,05	8,21	96,2	1,67	ślad	87,7	6,57	7,64	79,3	2,87	1,07	89,1	7,11	7,15	85,6	1,85	ślad

1 - combinations,

2, 8, 14 - water,

3, 9, 15 - nitrogen,

4, 10, 16 - fat,

5, 11, 17 - caroten,

6, 12, 18 - reduced carbohydrates,

7, 13, 19 - no reduced carbohydrates,

a - normal day,

b - long day,

c - short day,

d - shadow,

(zacienieniu). Analizy biochemiczne przeprowadzone przez nasze laboratorium biochemiczne (tab. 16) wskazują, że istotnych różnic w składnikach, którym Łarczenko przypisuje decydujące znaczenie, nie ma. Natomiast w zachowaniu się chrząszczy różnice widać zupełnie wyraźnie. Przyjmując płodność samic za kryterium oddziaływania jakości pożywienia, stwierdzić można, że ziemniaki hodowane w różnych długościach dnia odbiły się silnie na chrząszczach, o czym wyraźnie informuje tabela 17.

Tabela 17

Płodność 100 samic żywionych liśćmi ziemniaków
wyhodowanych w różnej długości dnia
Profilicacy of 100 females nourished with leaves of potatoes
cultivated in days of different length

Rok badań	Ziemniak dnia długiego	Ziemniak dnia krótkiego
1	2	3
1955	24 880	101 430
1956	6 751	20 800
	2 814	6 330

- 1 — year of investigation,
2 — potato of the long day,
3 — potato of the short day,

Składanie jaj pociąga za sobą bardzo istotne różnice w ilości poszczególnych składników w ciele samic (Węgorek 1957 b) wyrażające się ogólnie w tym, że samice, które przed zimowaniem składały jaja, mają w swym ciele stosunkowo mało ciał tłuszczowych (ok. 26%), nie składające zaś jaj znacznie więcej (ok. 38%). Im większa ilość jaj zostanie złożona, tym zawartość ciał tłuszczowych w ciele samicy jest mniejsza a różnice w zawartości tłuszczu mogą być znacznie większe. Jednocześnie zawartość wody wolnej w ciele owadów kształtuje się odwrotnie: tam gdzie tłuszczu jest mało, zawartość wody jest większa (ok. 55%), a przy wysokiej zawartości lipidów uwodnienie ciała jest mniejsze (ok. 51%). Tego rodzaju stosunki mają bardzo istotne znaczenie, jeśli idzie o odporność chrząszczy na warunki zimowania (Węgorek 1957 b, Kowalska 1957), a w związku z tym na ich śmiertelność.

Konfrontując jednak wyniki tabeli 17 ze składem biochemicznym naci ziemniaczanej podanym w tabeli 16, nie widać żadnych współzależności. Wielkie różnice w płodności samic uzyskane w zależności od pokarmu nie mają odbicia w zawartości tłuszczów czy białek w tym pokarmie.

Wobec tego przyjąć należy, że pokarm w pewnym stopniu wpływa na fizjologię samic, ale działanie to nie może być tłumaczone współczynnikiem lipocytarnym w roślinach.

Szukając składników pożywienia mogących odegrać rolę w fizjologii stonki, objęliśmy badaniami kwasy tłuszczowe, witaminy E i B oraz karoteny. Metodyka badań polegała na przesłedzeniu zmian ilościowych tych składników w liściach ziemniaków w okresie wegetacji oraz na karmieniu stonki pokarmem normalnym lub wzbogacanym w powyższe składniki (Zwolińska 1959, Szymański, Zwolińska 1953, Krzymańska, w druku). Najwyraźniejsze wyniki w tych rozpoczętych pracach uzyskali nasi pracownicy z witaminą E. Jej zawartość w naci ziemniaczanej kształtuje się w ten sposób, że zawsze jest jej najwięcej w wierzchołkowych partiach roślin, najchętniej zjadanych przez stonkę ziemniaczaną. W młodych roślinach jest jej około 8 mg%, maksimum wynosi 9,6 mg% w okresie kwitnienia ziemniaków, a poczynając od tego momentu zawartość witaminy E w roślinach stale spada. Samice karmione liśćmi, w których za pomocą oprysku zwiększono dwukrotnie zawartość witaminy E, składały 2,5 raza więcej jaj od samic karmionych liśćmi o normalnej zawartości tej witaminy. Sądzić można, że dalsze badania nad innymi składnikami odżywczymi wyjaśnią w sposób bardziej wyraźny mechanizm oddziaływania jakości pożywienia na stonkę ziemniaczaną. Jest bowiem bezspornym pewnikiem, że jakość pożywienia stanowi bardzo istotny czynnik ekologiczny, warunkujący często całą fizjologię owada, a przez to i jego liczebność.

WPLYW PASOŻYTÓW I DRAPIEŻNIKÓW NA POPULACJĘ STONKI ZIEMNIACZANEJ

W masowych pojawach gatunków szkodliwych mają duże, a czasem decydujące znaczenie czynniki biotyczne — przede wszystkim pasożyty i drapieżniki. Najwyraźniej występuje ten fakt tam, gdzie gatunek szkodliwy zostanie zawleczony do nowej ojczyzny. Jeżeli znajdzie on w nowym środowisku sprzyjające warunki klimatyczne i pokarmowe, to z reguły rozmnaża się on dużo gwałtowniej niż w swej ojczyźnie pierwotnej. Związane jest to przede wszystkim z brakiem w nowej biocenozie tych ogniw, które mogłyby zahamować zbytnie rozmnażanie się szkodnika. W entomologii stosowanej znamy wiele przykładów zawleczenia szkodników na nowe tereny, co zwykle pociągało za sobą poważne następstwa gospodarcze. Wystarczy wspomnieć tu takie gatunki, jak *Icerya purchasi* — szkodnik drzew cytrusowych — zawleczony z Australii do Stanów Zjednoczonych, *Phylloxera vastatrix* — mszyca uszkadzająca winorośl —

zawleczona do Europy ze Stanów Zjednoczonych, *Popillia japonica* — szkodnik zawleczony z Azji Wschodniej do Stanów Zjednoczonych, *Pyrausta nubilalis* — omacnica prosowianka, *Lymantria dispar* — brudnica nieparka i inne — z Europy do Ameryki Północnej itd. We wszystkich tych wypadkach po kilkunastu czy kilkudziesięciu latach masowego pojawu szkodnika na nowym terenie udawało się w znacznym stopniu opanować sytuację, przy czym czynnikiem decydującym były zawsze nie środki chemiczne, lecz siły naturalne środowiska przebywania szkodnika, wzbogacone organizmami importowanymi z kraju pochodzenia szkodnika.

Można by zatem przypuszczać, że podobna sytuacja będzie i w wypadku stonki ziemniaczanej. Niestety, specyfika tego szkodnika polega na tym, że jak dotychczas, nie widać konkretnych elementów biocenotycznych, na których można by oprzeć się w walce z tym gatunkiem. Nie można też sięgnąć do pierwotnej ojczyzny stonki ziemniaczanej, to jest do Ameryki, ponieważ i tam brak jest takich gatunków. Bezsprzecznie jednym z bardzo poważnych powodów takiego stanu rzeczy jest nowość stonki jako szkodnika pól ziemniaczanych, pamiętać bowiem należy, że owad ten przeszedł na pola uprawne dopiero 100 lat temu. Drugim, ważnym powodem tego jest trudność wytworzenia się silniejszego oporu środowiska, w którym szkodnik przebywa z uwagi na stałą i silną chemizację, burzącą każdorazowo ten układ sił, jaki natura mogłaby montować celem przeciwstawienia się stonce ziemniaczanej. Szczególnie w ostatnich czasach natężenie walki chemicznej ze stonką nabrało tak na sile, że trudno jest mówić o jakimś trwalszym układzie biocenotycznym w polach ziemniaczanych.

Najistotniejszą jednak przyczynę łatwości, z jaką stonka ziemniaczana wnika na coraz nowe tereny, należy upatrywać w charakterze upraw ziemniaczanych, w ich specyfice tak pod względem uprawnym, jak i pod względem biocenozy. Niemalą wreszcie rolę odgrywa tu również charakter samego szkodnika — jego właściwości biologiczne i fizjologiczne.

Wykaz gatunków pasożytniczych i drapieżnych spośród bezkręgowców obejmuje według Bogdanowa-Katkowa (1947) 59 pozycji. Są to następujące gatunki: *Mantis religiosa*, *Forficula auricularia*, *Calosoma calidum*, *Calosoma sycophantha*, *Pasimachus elongatus*, *Pterostichus luciblondeus*, *Calathus fuscipes*, *Calathus melanocephalus*, *Lebia atriventris*, *Lebia grandis*, *Brachinus kansanus*, *Tetracha virginica*, *Philonthus (Hesperus) apicalis*, *Staphylinus olens*, *Staphylinus (Ocypus) globulifer*, *Quedius picipennis*, *Ceratomegilla maculata*, *Hyppodamia convergens*, *Hyppodamia tredecimpunctata*, *Hyppodamia glacialis*, *Coccinella septempunctata*, *Cyclopoda sanguinea*, *Anatis quinque-decimpunctata*, *Chilocorus stigma*, *Chilocorus renipustulatus*, *Euschistus variolarius*, *Euschistus punctipes*, *Perillus circumcinctus*, *Perillus bioculatus*, *Perillus bioculatus* var. *clau-*

Perillus bioculatus var. *congluens*, *Eutyrrhyneus floridanus*, *Zicrona coerulea*, *Podisus maculiventris*, *Podisus marginiventris*, *Apateticus cynicus*, *Stiretrus anchorago*, *Stiretrus fimbriatus*, *Arma custos*, *Picromerus bidens*, *Acrosternum hilare*, *Sinea diadema*, *Pseliopus cinctus*, *Doryphorophaga doryphorae*, *Doryphorophaga aberrans*, *Lydella doryphorae*, *Maigenia mutabilis*, *Rhagio tringarius*, *Proctacanthus milberti*, *Formicidae* gen. sp., *Polistes rubiginosus*, *Polistes gallicus*, *Polistes pallipes*, *Vespa germanica*, *Anaphes pratensis*, *Chrysopa vulgaris*, *Uropoda americana*, *Liobunum dorsatum*, *Chondromma passali*.

Kaczmarek (1955) uzupełnia ten zestaw dalszymi gatunkami, mianowicie: *Pterostichus melasitalicus*, *Necrophorus vespillo*, *Muscina stabulans*, *Megaselia rufipes*, *Leptis* sp., *Hemerobius* sp.

Tenże autor podaje 15 gatunków kręgowców, głównie ptaków, które według różnych autorów, zjadały stonkę. Są to:

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1. <i>Bufo vulgaris</i> | 9. <i>Pica pica</i> |
| 2. <i>Pelobatus fuscus</i> | 10. <i>Coturnix coturnix</i> |
| 3. <i>Anguis fragilis</i> | 11. <i>Perdix perdix</i> |
| 4. <i>Phoenicurus phoenicurus</i> | 12. <i>Phasianus colchicus</i> |
| 5. <i>Passer montanus</i> | 13. Kura domowa |
| 6. <i>Sturnus vulgaris</i> | 14. <i>Erinaceus europaeus</i> |
| 7. <i>Turdus merula</i> | 15. <i>Sorex vulgaris</i> . |
| 8. <i>Corvus corax</i> | |

Spośród robaków podawane są przez Bogdanowa-Katkowa (1947) jako pasożyty: *Howardia benigna*, *Mermis* sp. i *Chandromma passali*. Gleis (1955) notuje jako pasożyta stonki ziemniaczanej gatunek *Hexamermis cornuta*. Lisner i Beck (1955) stwierdzili w larwach stonki robaki o średnicy 0,4 mm i długości do 13 cm. Ze 100 larw zebranych w terenie 70 zdechło z powodu pasożytnictwa robaków. Autorzy zaliczają te robaki do rodzaju *Mermis*, nie wykluczając, że może to być rodzaj *Gordius*.

Spośród mikroorganizmów atakujących stonkę ziemniaczaną podawane są przede wszystkim gatunki z rodzaju *Beauveria*, jak: *effusa*, *globulifera*, *doryphorae*, *bassiana* (Siemaszko 1937, Dieuzeide 1926, Patay 1935, White 1935, Hopf 1952, Liebetrau 1955). W swych pierwszych obserwacjach biologicznych nad stonką (Węgorzek 1949) stwierdziliśmy silne występowanie *Spicaria farinosa* na chrząszczach zimujących. Spośród bakterii występuje na stonce ziemniaczanej *Bacillus leptinotarsae*.

Przypuszczalnie liczba drapieżników i pasożytów stonki mogłaby być znacznie powiększona, należy jednak stwierdzić, że są to — z małymi

wyjątkami — dane z dość luźnych, przypadkowych obserwacji. Nie mówią one nic o rzeczywistej roli tych organizmów w narastaniu populacji stonki.

O zagadnieniu praktycznego znaczenia drapieżników i pasożytów oraz o wykorzystaniu ich w walce ze stonką mówimy w rozdziale następnym, omawiającym metody walki ze stonką.

Dla prawidłowej oceny roli, jaką w rozwoju stonki ziemniaczanej odegrać mogą pasożyty i drapieżniki, należy rozpatrzyć tło, na jakim ten rozwój się odbywa, to znaczy scharakteryzować pole ziemniaczane pod względem biocenotycznym.

Pole ziemniaczane, już choćby z uwagi na swój charakter uprawy, jest złym środowiskiem dla rozwoju i bytowania fauny. Na glebach lekkich ziemniaki przychodzą zwykle co trzeci rok, na zasobniejszych — nieco rzadziej. Zabiegi mechanicznej uprawy roli na polu ziemniaczanym obejmują szereg prac, jak orka wiosenna, sadzenie, bronowanie i kilkakrotne obsypywanie i wreszcie wykopywanie. Zabiegi te trwają z przerwami przez cały okres wegetacyjny, powodując stałe wzruszanie ziemi. Jednocześnie niszczone są w większości chwasty, tak że pole ziemniaczane w wypadku właściwej i starannej uprawy jest niemal wyłącznie plantacją ziemniaków. Zarówno ciągle wzruszanie gleby, jak i czystość uprawy nie stwarza, rzecz jasna, warunków do rozwoju bogatej fauny i wytworzenia jakiejś swoistej, zdrowej biocenozy. Tylko nieliczne gatunki, mniej wrażliwe na ciągle niepokojenie, mogą w takich warunkach bytować.

Ziemniak jako roślina jest mało atrakcyjny dla owadów z powodu zawartości solaniny, która swymi właściwościami smakowymi i zapachowymi działa raczej odstraszająco niż nęcąco.

Szczegółowe badania biocenotyczne pól ziemniaczanych, jakie prowadziliśmy w latach 1951—1955, pozwalają na dość dokładną charakterystykę ilościowego i jakościowego składu tej biocenozy.

Makrofauna glebowa oznaczona na podstawie analiz glebowych wykazuje obecność niemal wyłącznie larw szkodników glebowych. Stwierdzono obecność następujących gatunków: *Melolontha melolontha*, *Phyllopertha horticola*, *Ampimallus solstitialis*, *Anomala aenea* oraz różne gatunki *Elaterydae* — najczęściej *Selatosomus aeneus*. Na uwagę zasługuje fakt, że larwy te przebywały do końca lipca w warstwie poniżej 25 cm, w późniejszym zaś okresie większe ich zagęszczenie obserwowano w górnej warstwie. Stoi to w ścisłym związku z mechaniczną uprawą roli. Z innych grup zwierzęcych poważną pozycję stanowiły dżdżownice. Ubóstwo fauny glebowej jest uderzające. Nie ma tu mowy o jakichkolwiek makroorganizmach mogących odegrać pewną rolę w tępieniu szkod-

nika. Natomiast w mikroflorze glebowej stwierdziliśmy obecność pewnych grzybów owadobójczych, których działalność odgrywa znaczną rolę w regulacji ilości stonki. O zagadnieniu tym, stanowiącym istotny element oporu środowiska, mówimy szerzej przy omawianiu perspektyw walki biologicznej ze stonką.

Faunę naziemną badaliśmy metodą Wilusza (1952) za pomocą odłowów do rowków chwytnych, długości 20 m, z wkopanymi cylindrami blaszanymi o wyjmowanym dnie. Odłowy prowadziliśmy co dzień w ciągu lipca, sierpnia i września. Fauna naziemna składała się niemal wyłącznie z chrząszczy, nieznaczną domieszkę stanowiły kosarze (*Opilionidae*) oraz gąsienice rolnic (*Agrotidae*). Wśród chrząszczy wyróżniono 65 gatunków należących przede wszystkim do rodziny *Carabidae*, stosunkowo nieznaczną domieszkę stanowili przedstawiciele *Coccinellidae*, *Scarabaeidae*, *Elateridae*, *Staphylinidae* i *Curculionidae*. Głównym elementem fauny naziemnej, stanowiącym niemal 2/3 egzemplarzy odłowionych na polach był *Broscus cephalotes*. Z innych gatunków mogących grać rolę drapieżników wymienić można *Calosoma inquisitor*, *Carabus violaceus*, *Carabus glabratus* i *Carabus nemoralis*. Wszystkie te gatunki występowały jednak tylko sporadycznie i na brzegach pól przylegających do zadrzewień. Nie spotkano zupełnie *Carabus auratus*, który od niedawna obserwowany jest w niektórych rejonach Polski, a który mógłby odgrywać rolę w tępieniu szkodników pól uprawnych. Z innych gatunków *Carabidae* stosunkowo liczniej występowały *Calathus erratus*, *Calathus ambiguus*, *Calathus fuscipes*, *Harpalus rufipes* i *Poecilus lepidus*. Z innych rodzin najliczniej występowały gatunki rodziny *Scarabaeidae*. Znać należy, że skład fauny naziemnej zmienia się bardzo silnie w zależności od miejsca wykonywania odłowów. Z reguły większe bogactwo obserwuje się przy brzegach, szczególnie dotyczących do lasu czy innego zadrzewienia. W głębi pola istnieje wprost zadziwiające obóstwo fauny. Patrząc na podany tu obraz trudno mówić o możliwości jakiegokolwiek samoobrony pola ziemniaczanego przy pomocy przedstawicieli fauny naziemnej. W rachubę wchodzi jedynie *Broscus cephalotes* i niektóre gatunki rodzaju *Harpalus* i *Poecilus*, których znaczne ilości spotykano na polach ziemniaczanych.

Wreszcie skład fauny naci ziemniaczanej badano za pomocą prób czerpakowych w całym okresie wegetacji ziemniaków. Najliczniej były tu reprezentowane *Miridae*, drobne gatunki *Diptera* i *Cicadodea*. Dość licznie łowiono *Lygus* sp., który według Kaczmarka (1955) może odgrywać istotną rolę w niszczeniu jaj stonki. Nie należy jednak zapominać, że gatunek ten jest w zasadzie szkodnikiem roślin uprawnych. Znacznie słabiej reprezentowane były *Chrysopa perla* oraz różne gatunki *Cocci-*

nellidae. Gatunki te, jak wiadomo, należą do fauny pożytecznej, lecz liczebność ich na polach ziemniaczanych jest o wiele za mała, by móc zahamować rozwój stonki. Badania szczegółowe nad biedronkami wykazują pewną ich aktywność w niszczeniu jaj stonki, obecność jednak biedronek na naci ziemniaczanej jest związana z mszycami należącymi do gatunków *Myzus persicae*, *Doralis rhamni* i *Doralis frangulae*. Te owady stanowią główny pokarm biedronek, stonka zaś jest obecnie tylko ubocznym przedmiotem ich zainteresowania.

W próbach czerpakowych nie znaleziono żadnych gatunków pasożytniczych błonkówek czy muchówek, jak też drapieżnych pluskwiaków. Pewne znaczenie mogą odegrać dość licznie łowione kosarze (*Opilioniidae*), które według Boczkowskiej (1948) niszczą we Francji złoza jaj stonki. Pozostałe gatunki łowione w próbach czerpakowych stanowiły przypadkowe raczej formy, związane nie z ziemniakami, lecz z chwastami występującymi na tym polu. Ogólnie stwierdzić można, że fauna naci ziemniaczanej ulega bardzo silnym wahaniom ilościowym i jakościowym w zależności od pogody, stanu pola i jego sąsiedztwa. Na ogół zachwaszczenie i sąsiedztwo naturalnych zespołów (łąka, las, inne zadrzewienie) znacznie wzbogacają faunę lotną przyległego brzegu pola.

Co do drobnych ssaków — należy stwierdzić, że pole ziemniaczane jest jednym z najmniej atrakcyjnych miejsc ich przebywania. Tylko w latach silnego rozmnożenia gryzonie polne opanowują te uprawy — jak to miało miejsce w roku 1952, kiedy do rowków chwytnych łowiliśmy setki egzemplarzy *Microtus arvalis* oraz *Apodemus agrarius*. Gatunki owadożerne spotyka się z reguły bardzo rzadko i to tylko na brzegach pola przyległych do zadrzewień. Pewną ciekawostką może być stwierdzenie przez Wilusza kilku okazów rzadkiej u nas *Crocidura mimula*.

Badania avifauny pól ziemniaczanych wykazały, że gniazdowanie ptaków w ziemniaczyskach stanowi bardzo sporadyczny wypadek. W pobliżu pola ziemniaczanego spotyka się jednak często różne gatunki ptaków, co jest zależne od bliskości alei, pasów leśnych, lasów czy zarośli. Bliższe badania wykazały jednak, że praktyczne znaczenie tego faktu jest raczej ograniczone, ponieważ tylko przedstawiciele nielicznych gatunków zalatują na ziemniaki i żerują tam. Dla przykładu można podać, że przy brzegu badanego pola przyległym do lasu obserwowano gnieźdzenie się 18 gatunków ptaków, z których tylko zięba (*Fringilla coelebs*), trznadel (*Emberisa citrinella*), mazurek (*Passer montanus*) i gąsiorek (*Lanius collurio*) żerowały na polu ziemniaczanym.

W okolicy pola graniczącego z innymi uprawami i łąkami gnieździło się tylko 8 gatunków, z których skowronek (*Alauda arvensis*), ortolan

(*Emberisa hortulana*), trznadel (*Emberisa citrinella*) i gąsiorzek (*Lanius collurio*) żerowały w ziemniakach.

Widzimy więc, że jakkolwiek bogactwo avifauny przy zadrzewianiach jest dużo większe, to jednak penetracja pola przez ptaki jest ograniczona. Bezsprzecznie decydującą rolę odgrywa tu charakter ziemniaczyska, jako miejsce żerowania ptaków. Mówiąc o avifaunie pól ziemniaczanych należy wspomnieć o kuropatwach, których rolę w tępieniu stonki przeceńniano do niedawna zarówno u nas, jak i za granicą. Pewne znaczenie może odegrać natomiast bażant, którego obecność jednak na naszych polach jest tak rzadka, że praktycznie nie wchodzi w rachubę.

Reasumując ogólne zestawienie biocenozy pól ziemniaczanych należy stwierdzić, że biocenoza ta jest bardzo uboga i monotonna, składająca się z niewielu gatunków związanych bądź z rośliną ziemniaka (mszyce, muchówki odżywiające się rosą miodową, zmieniki i in.), bądź też żyjące kosztem wyżej wymienionych (biedronki, niektóre biegaczowate, koszarze i in.). Reszta gatunków stanowi element raczej przypadkowy, zależny od zachwaszczenia pola i jego sąsiedztwa.

W tym świetle podane przez nas poprzednio zestawienie gatunków pasożytów i drapieżników, zaczerpnięte z istniejącej na ten temat literatury, traci wiele ze swej liczebności. Większość gatunków tam podana to zwierzęta nie związane z biocenozą pola ziemniaczanego.

W takiej sytuacji pojawienie się nowego, bardzo prężnego gatunku, jakim jest stonka ziemniaczana, musiało wywołać silne zachwianie biocenozy pola ziemniaczanego, prowadząc do bardzo łatwego opanowania terenu przez szkodnika. Żaden z omawianych poprzednio gatunków, ani nawet wszystkie łącznie, nie były w stanie zahamować pochodu stonki i nic dziwnego, że rozprzestrzenienie się stonki tak szybko następuje.

Z naszych badań biocenotycznych widać więc, że kwestia oporu środowiska przeciw stonce jest w tej chwili problematyczna. To jest główną przyczyną, że stonka jest tak niebezpiecznym szkodnikiem. Rzecz jasna, obecna sytuacja nie powinna przekreślać naszych nadziei na sformowanie się pewnego, silniejszego oporu środowiska, przy którym stonka ziemniaczana nie będzie mogła tak łatwo i często dawać masowych pojawów. Nadzieje te znajdują swe uzasadnienie w stwierdzeniu pewnych elementów w biocenozie już obecnie atakujących dość skutecznie stonkę. Odnosi się to przede wszystkim do drapieżników niszczących złoża jaj stonki. Ścisłe i wnikliwe badania biocenotyczne powinny dać podstawy do wykrycia dróg ułatwiających i przyspieszających sformowanie się oporu środowiska.

ZNACZENIE GOSPODARCZE STONKI ZIEMNIACZANEJ I WSPÓŁPRACA MIĘDZYKRAJOWA W ZAKRESIE BADAŃ NAD NIĄ

Wielkie zainteresowanie stonką ziemniaczaną obserwowane we wszystkich krajach opanowanych przez tego szkodnika, jak również w krajach zagrożonych jego inwazją jest zupełnie uzasadnione. Duże znaczenie ekonomiczne tego szkodnika wynika z kilku przyczyn, a mianowicie z wyjątkowego znaczenia ziemniaka jako rośliny konsumpcyjnej i przemysłowej, wielkiego obszaru uprawy ziemniaka, wielkiej płodności stonki ziemniaczanej, jej żarłoczności i odporności na czynniki klimatyczne i biotyczne. Wszystko to stawia stonkę ziemniaczaną w rzędzie najgroźniejszych szkodników roślin uprawnych.

ZNACZENIE GOSPODARCZE

Ziemniak zajmuje w produkcji rolnej bardzo poważne miejsce. Według Rocznika Statystycznego z 1956 r. powierzchnia upraw ziemniaczanych wynosiła w roku 1954 (bez ZSRR) 12,8 miliona ha, a zbiór (również bez ZSRR) wyniósł 166 900 tys. ton. Powierzchnia uprawy ziemniaka i koszty walki ze stonką w niektórych państwach Europy w roku 1957 podaje tabela 18 według danych Zachodnio Europejskiej i Śródziemnomorskiej Organizacji Ochrony Roślin. Jak widać z tabeli, Polska zajmuje wśród wymienionych państw pierwsze miejsce w powierzchni uprawy ziemniaka.

Powierzchnia pod ziemniaki wzrastała u nas w ostatnich latach i wynosi obecnie 17,3% powierzchni upraw rolnych. Spośród wszystkich upraw rolnych tylko żyto zajmuje większą powierzchnię, wynosząc w 1955 r. — 4951,7 tys. ha. Wszystko to wskazuje na specjalne znaczenie ziemniaka w naszej gospodarce rolnej. Zważywszy, że plony ziemniaków z ha są u nas stosunkowo niskie i że istnieje bezwzględna konieczność podniesienia ich, należy uznać wtargnięcie stonki za czynnik o specyficznym znaczeniu.

Nie mamy dotychczas własnych obserwacji terenowych nad szkodliwością stonki, ponieważ nie dopuszczono jeszcze u nas do gospodarczych strat powodowanych przez tego szkodnika. Dane jednak z państw, w których szkodnik się rozprzestrzenił, wskazują na jego bardzo poważną rolę gospodarczą. Szkodliwość stonki ziemniaczanej zarysowała się szczególnie ostro w Stanach Zjednoczonych w pierwszych latach pojawu szkodnika, kiedy nie znano i nie stosowano żadnych środków zwalczania. W roku 1865 na skutek zniszczeń spowodowanych przez stonkę ceny na

Tabela 18

Powierzchnia upraw ziemniaczanych
i koszty walki ze stonką w różnych krajach w 1957 roku
Surfaces of potato cultures
and costs of the Colorado beetle control in different countries in 1957

Kraj	Obszar uprawy ziemniaka w ha	Koszty walki
1	2	3
1. Austria	181 438	14 miln. szylingów
2. Belgia	82 191	350 fr. belg. na 1 ha pola porażonego
3. Czechosłowacja	—	41 605 000 koron
4. Dania	80 000	brak danych
5. Francja	900 000	" "
6. Grecja	3 979	wolna od stonki
7. Hiszpania	354 000	brak danych
8. Holandia	145 000	269 000 florenów d.
9. Jugosławia	286 160	brak danych
10. Luksemburg	6 289	200 000 fr. luks.
11. Niemcy Wsch.	800 000	brak danych
12. Niemcy Zach.	1 200 000	" "
13. Norwegia	58 000	wolna od stonki
14. Polska	2 380 000	97 miln. złotych
15. Portugalia	90 000	brak danych
16. Szwajcaria	60 000	" "
17. Szwecja	123 000	wolna od stonki
18. Turcja	110 000	" " "
19. Wielka Brytania	330 000	3000 funtów
20. Włochy	183 000	300 miln. lirów

1 — country,

2 — surface of planting of potato,

3 — expenses for the control,

ziemniaki w niektórych prowincjach wzrosły 4-krotnie. Nie chronione ziemniaki padały w tym czasie ofiarą stonki, stawiając pod znakiem zapytania całą uprawę tej rośliny. Dopiero wprowadzenie do użytku środków chemicznych uratowało ziemniaki podnosząc jednak koszt uprawy tej rośliny. W obecnych czasach straty powodowane przez stonkę są w USA rzadkością i uważane są za dowód braku podstawowych wiadomości z zakresu ochrony ziemniaka. W wypadku takich zaniedbań następuje zwykle szybkie zniszczenie plonu. Według Trouvelota (1936) ochronie podlega w USA 5/6 upraw ziemniaczanych. Ta powierzchnia musi być co roku objęta opryskiwaniami lub opylaniami truciznami owadobójczymi. Przyjmując, że w roku 1927 zbiór ziemniaków w USA miał wartość 450 mln. dolarów i że walka ze stonką kosztuje 3% war-

tości zbioru, uzyskuje się sumę około 13,5 mln. dolarów, jaką Stany Zjednoczone przeznaczają co roku na zwalczanie tego szkodnika.

Bogdanow-Katkov (1947) podaje wypowiedź Hyslopa, kierownika służby oceny strat powodowanych przez owady w USA, według której szkody powodowane przez stonkę wynoszą rocznie 8% plonu niezależnie od kosztów poniesionych na zwalczanie.

We Francji straty w poszczególnych wypadkach mogą wynosić 25–30%. Trouvelot (1936) przeliczając koszty walki ze stonką ponoszone przez USA na warunki Francji oblicza, że koszt tej walki w roku 1930 wynosił 230 mln. franków.

W krajach, gdzie stonka zdołała się zadomowić, walka z nią staje się koniecznością. W latach silnego rozmnażania szkodnik ten niszczy całkowicie nać ziemniaczaną powodując znaczne obniżenie plonów. Wysokość strat zależy zarówno od terminu, jak i od intensywności żeru.

Mackiewicz i Turowski (1956) badali straty powodowane przez zniszczenie różnego procentu masy zielonej ziemniaków w trzech różnych terminach. Uzyskali oni następujące wskaźniki dla najczęściej w Polsce uprawianej odmiany Dar (tab. 19).

Tabela 19

Straty w plonie ziemniaków
na skutek zniszczenia masy zielonej u odmiany Dar
Losses in the yield of potatoes
as a result of the destruction of the green mass of the variety Dar

Data niszczenia liści	Procent niszczenia	Plon w q/ha	Procent kłąbów drobnych	Procent skrobi
1	2	3	4	5
26 czerwca	20	291,9	7,6	16,8
	40	273,2	9,0	16,2
	80	258,8	13,5	17,1
	kontrola	296,8	7,8	17,4
24 lipca	20	255,4	9,3	16,4
	40	253,9	9,9	16,0
	80	213,4	12,9	15,2
	kontrola	264,3	8,6	16,3
16 sierpnia	20	275,6	6,6	12,2
	40	269,2	6,9	14,9
	80	257,8	9,1	15,7
	kontrola	299,8	6,3	16,6

1 — data of pluck off of the leaves,

2 — percent of tearing leaves,

3 — yield,

4 — percent of small tubers,

5 — percent of starch,

Jak widać z tej tabeli, obniżka plonu w dużej mierze zależy nie tylko od stopnia uszkodzenia, lecz też i od terminu uszkodzenia. Najszkodliwszy jest termin wczesny i środkowy. Pokrywa się to z początkiem masowego rozwoju larw (termin I) i masowym rozwojem larw oraz początkiem pojawu młodych chrząszczy (termin II). Maksymalne straty przy silnym uszkodzeniu naci dochodzą do 50 q/ha, co stanowi około 20% plonu. Na uwagę zasługuje znaczny wzrost kłębów drobnych (niemal dwukrotny w stosunku do kontroli) i spadek zawartości skrobi u ziemniaków uszkodzonych. Podkreślić należy, że autorzy zastosowali metodę jednokrotnego uszkodzenia naci, natomiast w wypadku masowego wystąpienia stonki uszkodzenie jest trwałe, aż do zupełnego zniszczenia roślin. W takim wypadku straty poważnie wzrastają.

Jest kwestią zasadniczą, czy w warunkach klimatycznych Polski może stonka ziemniaczana dawać masowe pojawy powodujące gołożery. Podstawą tego rodzaju rozważań musi być ustalenie ilości pokarmu zjadanego przez szkodnika. Jest wiele tego rodzaju obliczeń. W badaniach własnych stwierdziliśmy, że powierzchnia zjadanych liści w okresie rozwoju jednej larwy wynosi 34 cm², tj. 0,7 g. Powierzchnia zjadana przez jednego chrząszcza zimowego przy średniej aktywności w ciągu 100 dni (od wyjścia wiosną z ziemi do końca jego życia) wynosi około 170 cm², czyli 3,40 g. Chrząszcz letni zjada w okresie przygotowania do diapauzy w czasie, średnio biorąc, 30 dni — około 3,2 g, tj. około 160 cm². Przyjmując, że jedna samica zimowa daje 500 larw, a z tego wylęga się 100 chrząszczy letnich, ilość zjadanego pokarmu przez potomstwo jednej samicy wyniesie około 33 170 cm², czyli około 673,4 g liści. Jeżeli na przykład waga liści na jednym krzaku wynosi 250 g, potomstwo jednej samicy, przy śmiertelności końcowej 90%, może zniszczyć około 2,5 krzaka ziemniaczanego. W związku z tymi wyliczeniami można sobie postawić pytanie: przy jakim nasileniu szkodnika istnieje niebezpieczeństwo gołozeru, tj. całkowitego objedzenia roślin z liści. Na pytanie to łatwo jest odpowiedzieć. Ponieważ na hektarowym polu rośnie zwykle 40 000 krzaków, przeto nalot wiosenny 16 000 samic stonki na taki łan stanowi niebezpieczeństwo całkowitego zniszczenia roślin. Podana cyfra samic jest tylko pozornie duża. W praktyce spotykamy — niestety — już obecnie pola, na których rozwija się jesienią setki tysięcy chrząszczy. Dużym ograniczeniem jest śmiertelność zimowa redukująca znacznie populację stonki. Należy również pamiętać, że do rachunku bierze się tylko samice nalatujące wiosną, a więc na łan hektarowy musi nalecieć znacznie więcej chrząszczy obu płci. Nasze terenowe obserwacje wykazały, że w wiosennej populacji chrząszczy stosunek płci wynosi 3 : 7 na korzyść samic.

Obliczenia nasze są bardzo ostrożne, śmiertelność naturalna przyjęta

przez nas jest wysoka i w warunkach przyrodniczych można się często liczyć nawet z większymi cyframi żeru niż te, jakie przyjęliśmy.

W czasie badań nad polami i pasami chwytynymi zdarzało się niejednokrotnie wyławiać na 0,5 hektarowym polu kilkadziesiąt tysięcy chrząszczy zimowych. Świadczy to o realnym niebezpieczeństwie gołożerów w polu.

Z podanych rozważań wynika więc jasno, że szczególnie w warunkach Polski walka ze stonką ziemniaczaną jest koniecznością, dyktowaną najżywotniejszymi interesami gospodarki krajowej.

WSPÓŁPRACA MIĘDZYNARODOWA

Doceniając wielkie, ujemne znaczenie gospodarcze stonki, kraje europejskie już w początkach inwazji szkodnika na stary kontynent nawiązały współpracę dla połączenia wysiłków przeciwko temu groźnemu szkodnikowi.

W roku 1935 belgijski minister rolnictwa De Schrijver postawił wniosek nawiązania współpracy między Belgią, Luksemburgiem i Niemcami.

W roku 1936 zwołano do Brukseli pierwszą międzynarodową konferencję, której celem było wspólne przestudiowanie możliwości walki ze stonką. W konferencji tej wzięły udział: Belgia, Francja, Niemcy, Szwecja, Anglia, Luksemburg, Włochy, Polska, Holandia, Szwajcaria oraz Czechosłowacja. Konferencja ta dała podstawy do prowadzenia stałej, wzajemnej wymiany prac i informacji o biologii, rozsiedleniu, nasileniu i metodach walki z tym szkodnikiem.

Utworzono stały Komitet, w skład którego weszli: dr Mayne (Belgia), dr Schwarz (Niemcy), dr Ferraut (Luksemburg), dr van Poeteren (Holandia) i dr Wahlen (Szwajcaria). Komitet działał aż do wybuchu drugiej wojny światowej. Skład Komitetu powiększył się w roku 1938 o przedstawicieli Włoch, Instytutu Rolniczego w Rzymie i Anglii. W ostatnim posiedzeniu Komitetu w roku 1939 wzięły również udział przedstawiciel Polski, dr Minkiewicz (zmarł w 1944 r.).

Komitet zbierał się raz do roku celem wymiany najnowszych osiągnięć i wyników badań. Charakter i osiągnięcia Prac Komitetu oceniono bardzo pozytywnie. Komitet ten dopomógł zainteresowanym państwom do właściwego zorganizowania walki ze stonką, zwolnienia jej pochodu i uniknięcia katastrofalnych strat, jakimi dotknięte były Stany Zjednoczone.

Po wojnie Belgia wystąpiła z inicjatywą wznowienia prac Komitetu. W wyniku tego, we wrześniu 1947 r. odbyła się konferencja w Brukseli, następna zaś w 1948 r. w Hadze. Obie te konferencje przygotowały pod-

stawy do utworzenia Zachodnioeuropejskiej Organizacji do Walki ze stonką, która powołana została do życia w roku 1949 na wspólnej nara-dzie państw zainteresowanych w Brnie. Na konferencji tej reprezentował Polskę mgr Dąbrowski (zmarł w 1956 r.).

Polska nie przystąpiła początkowo do wspomnianej organizacji, podjęła natomiast inicjatywę powiązania współpracy między państwami Europy wschodniej i środkowej. Z inicjatywy Ministerstwa Rolnictwa odbyła się w Warszawie w roku 1949 pierwsza konferencja z udziałem Polski, Cze-chosłowacji i Związku Radzieckiego, na której ustalono wspólny plan walki ze stonką ziemniaczaną. Konferencja ta dała początek zwoływania mniej więcej co roku podobnych narad celem wymiany wyników, osią-gnięć oraz wzajemnej informacji o rezultatach walki ze stonką. Z biegiem czasu skład państw biorących udział w konferencjach powiększył się, obejmując wszystkie kraje demokracji ludowej, a tematyka obrad ob-jęła prócz stonki również inne szkodniki oraz choroby kwarantannowe.

Przez włączenie do obrad konferencji odbytej w 1956 w Pekinie rów-nież zagadnień prognoz i sygnalizacji ochrony roślin nadano jej wyraźny charakter kongresu ochrony roślin omawiającego w zasadzie całokształt ważniejszych zagadnień. W pracach wszystkich konferencji największy nacisk kładziono na opracowanie wspólnych metod walki ze stonką i na wymianę wyników prac naukowych nad tym szkodnikiem.

Ta wspólna praca powinna być również pozytywnie oceniona, dzięki niej bowiem zainicjowano wzajemną pomoc i wymianę informacji ko-niecznych do właściwego zorganizowania walki. Odczuliśmy to szczegól-nie w pierwszych latach masowej inwazji stonki na Polskę, kiedy trzeba było prowadzić obronę kraju w bardzo trudnych warunkach.

W roku 1957, po wizycie dr Wilkinsa — Sekretarza Generalnego Zachodnioeuropejskiej i Śródziemnomorskiej Organizacji Ochrony Roślin, Polska przystąpiła do tej organizacji. W ten sposób poszerzona została współpraca na odcinku walki ze stonką i stworzono warunki do współ-pracy między wszystkimi zainteresowanymi krajami europejskimi. Da to z pewnością korzyści w postaci lepszej, wzajemnej informacji i pomocy fachowej.

ZWALCZANIE STONKI ZIEMNIACZANEJ

UWAGI WSTĘPNE

Zjawienie się stonki ziemniaczanej na polach Stanów Zjednoczonych zastało tamtejszych rolników całkowicie bezbronnymi i nie przygotowa-nymi do walki z groźnym szkodnikiem. Pierwszym zabiegiem zwalczania było więc ręczne zbieranie i rozniatanie chrząszczy i larw żerujących

na naci lub wrzucanie ich do naczyń z naftą. Do rozgniatańia szkodnika na roślinach używano drewnianych łopatek. Dalszym zabiegiem, zalecanym nawet w pierwszych publikacjach o stonce ziemniaczanej było strąsanie larw na ziemię podczas dni suchych i upalnych. Larwy upadłszy na rozgrzany piasek masowo ginęły, nie mogąc powtórnie dostać się na roślinę. O słuszności tego zalecenia przekonaliśmy się sami, obserwując los larw strąconych na ziemię dobrze nagrzaną przez słońce.

Następnym etapem walki było skonstruowanie specjalnych aparatów do zbierania stonki z roślin. Zasada maszyny polegała na strąsaniu szkodnika do naczyń blaszanych i następnym ich miażdżeniu przez koła. Główną wadą maszyny było to, że nie można było jej stosować na młodych, niskich roślinach, na których żer był najniebezpieczniejszy. Idea mechanicznego zbierania stonki nie została nawet dziś zarzucona. Tu i ówdzie ukazują się pomysły budowy takiej maszyny, oparte na zasadzie strąsania i wciągania stonki do zbiornika przez silne wentylatory. Racjonalność stosowania obecnie tego rodzaju urządzeń należy uznać za problematyczną.

Ciągle pogarszająca się sytuacja zmusiła naukowców amerykańskich do poszukiwania bardziej radykalnych metod walki. Mechaniczne zwalczanie było zbyt uciążliwe i mało efektywne, tak że wielu rolników zarzucało w tym czasie uprawę ziemniaków.

W roku 1865 zastosowano po raz pierwszy trującą substancję do zwalczania stonki. Trucizną była zieleń paryska, którą w tym czasie zaczęto właśnie stosować na małą skalę w ochronie bawełny. Wynik użycia tego preparatu był tak dobry, że zieleń paryska stała się bardzo popularna, a jej koszt wzrósł 4-krotnie. Trouvelot (1936) wspomina, że podobno nawet poezja uczciła tę truciznę. Dzięki zieleni paryskiej opanowano stonkę ziemniaczaną na tyle, że uprawa ziemniaków stała się znowu możliwa.

Początkowa technika stosowania preparatu była bardzo prymitywna i polegała na opryskiwaniu roślin zawiesiną trucizny przy użyciu miotełek lub na opylaniu przez potrąsanie woreczkiem z suchą mieszaniną zieleni paryskiej i mąki lub gipsu.

Od momentu wprowadzenia do użytku pierwszej trucizny rozwój walki ze stonką następował bardzo szybko. Szczególnie chemiczna metoda walki z tym szkodnikiem czyniła wielkie kroki naprzód. Można bez przesady stwierdzić, że dla początkowego rozwoju chemii fitofarmaceutycznej pojawienie się stonki miało podstawowe znaczenie.

Równolegle z rozwojem metody chemicznej postępowały badania innych metod, jak agrotechnicznej i biologicznej, stwierdzić jednak należy, że do dziś dnia podstawą walki jest użycie związków chemicznych.

W dzisiejszym stanie rzeczy walka ze stonką nie jest do końca opraco-

wana i wciąż jeszcze mamy tu duże luki. Niemniej od czasu pojawienia się stonki nauka poczyniła wielkie kroki naprzód, dając praktyce szereg bardzo skutecznych metod i środków, które w wypadku ich dobrego i terminowego zastosowania dają pełną gwarancję nie dopuszczenia do strat w plonach.

METODA CHEMICZNA

Chemiczne zwalczanie jest dziś podstawą walki ze stonką ziemniaczaną. Rozwój fitofarmacji, szczególnie w ostatnich latach, doprowadził do dużego nagromadzenia rozmaitych związków chemicznych. Ogólnie preparaty do walki ze stonką można podzielić na trucizny do opylania i opryskiwania naziemnego oraz do dezynsekcji gleby. Opylanie i opryskiwanie naci ziemniaczanej stosuje się powszechnie, natomiast dezynsekcję gleby prowadzi się tam, gdzie likwiduje się całkowicie pojedyncze ogniska szkodnika.

Przegląd środków chemicznych stosowanych do opylania i opryskiwania ziemniaków

Zieleń paryska (metaarsenin i octan miedziowy). Jak wspomniano, jest to najstarsza trucizna używana do walki ze stonką. Ma ona silne właściwości parzące dla roślin i dlatego należy stosować ją z wapnem (5–6 części wapna palonego na 1 część zieleni). Do opryskiwania używa się zawiesiny 0,1-procentowej. W Polsce trucizna ta jest obecnie wycofana z użycia i nie jest używana do walki ze stonką. Jest ona silną trucizną dla zwierząt i ludzi.

Arsenian ołowiu (mieszanina dwu- i trójmetalicznego arsenianu). Truciznę tę stosowano w Stanach Zjednoczonych od roku 1895 i dzięki swym dobrym właściwościom fizycznym i toksycznym wyparła ona zieleń paryską. Do roku 1930 arsenian ołowiu był podstawowym preparatem do walki ze stonką. W Polsce preparatu tego nie używano i nie ma go w handlu. Do opryskiwania stosuje się 0,4-procentową zawiesinę.

Arsenian wapnia (trójwapniowa sól kwasu arsenowego), i domieszki innych soli wapniowych kwasu arsenowego). Środek ten wszedł w użycie w USA od roku 1915. Dzięki swej taniości oraz dobrej toksyczności, szczególnie w stosunku do larw, zyskał sobie poczesne miejsce w walce ze stonką. Przy tej samej wadze, arsenian wapnia jest bardziej toksyczny od arsenianu ołowiu dzięki wyższej zawartości arseniku. Natomiast przyleganie do roślin jest słabsze i prawdopodobieństwo oparzeń roślin większe. Miksiewicz (1957) stwierdza, że toksyczność arsenianu wapnia zależy w decydującym stopniu od ilości pokarmu pobranego wraz z trucizną. Śmiertelność jest wyższa, jeśli owad z trucizną

pobrał małą ilość pokarmu. Preparat stosuje się w zawiesinie 0,4-procentowej lub do opylania w ilości 30–40 kg/ha. W Polsce arsenian wapnia był w pierwszych latach po wojnie podstawowym środkiem walki ze stonką, obecnie jest wypierany coraz silniej przez lepsze, organosyntetyczne trucizny. Dużą jego wadą jest wysoka toksyczność dla zwierząt i ludzi. Arsenian wapnia do opylania był u nas produkowany pod nazwą Arsopol, obecnie został całkowicie wycofany z użycia.

Z innych soli arsenowych używano na daleko mniejszą skalę arsenian cynku (Caesar 1913). Stosowano go w stężeniu 0,45-procentowym. Niszczył on do 80% chrząszczy i 87% larw. W działaniu był szybszy od arsenianu ołowiu i dawał lepszą zawiesinę, natomiast powodował oparzenia roślin, był drogi i słabo przylegający. W Polsce sole te nie były znane.

W poszukiwaniu trucizn mniej niebezpiecznych dla ludzi i zwierząt zwrócono się ku preparatom fluorowym. Badania te prowadzone od roku 1919 przez Markowicza (1924; 1926 a, 1926 b; 1928), dały w efekcie wprowadzenie do praktyki pewnych związków fluorowych.

Fluorokrzemian sodu. Jest to ciężki, krystaliczny proszek, trudno rozpuszczający się w wodzie. Przepis amerykański jego stosowania przedstawiał się następująco: 300 g fluorokrzemianu sodu i 300 g wapna na 100 l wody. Preparat ten był tańszy od związków arsenowych; działa on zarówno kontaktowo, jak i żołądkowo. Wadą jego jest parzenie roślin. W Polsce fluorokrzemian sodu był produkowany w ubiegłych latach, ale nie znalazł szerszego zastosowania. Próby robione przez nas na stonkę wykazały 100% śmiertelności młodych larw, przy czym zaznaczyło się wyraźnie kontaktowe działanie preparatu na osłony ciała larw. Śmiertelność chrząszczy była bardzo niska i wynosiła w laboratorium 16–24%. Podstawową wadą preparatu było parzenie roślin, szczególnie w partiach wierzchołkowych. Fluorokrzemian sodu nie jest obecnie u nas produkowany i całkowicie wyszedł z użycia.

Fluorokrzemian wapnia. Jest to biały lub szarawy proszek, prawie nierozpuszczalny w wodzie. Jego toksyczne właściwości są mniejsze niż fluorokrzemianu sodu. Do opryskiwania stosowano go w 1-procentowej zawiesinie. Zaletą jego było nieparzenie roślin, natomiast toksyczność była zbyt słaba. W Polsce preparat ten nie był stosowany.

Prócz trucizn nieorganicznych wprowadzono do walki ze stonką trucizny pochodzenia roślinnego.

Rotenon. Jest to glikozyd zawarty w korzeniach niektórych roślin podzwrotnikowych z rodzajów *Derris*, *Crocca*, *Thephrosia* i in. W stanie czystym jest to substancja bezbarwna, krystaliczna, nierozpuszczalna

w wodzie, dobrze rozpuszczalna w acetonie i chloroformie. Rutenon jest silną trucizną dla owadów oraz dla zwierząt ciepłokrwistych i ludzi. Działanie trucizny jest zarówno kontaktowe, jak i żołądkowe.

Do walki ze stonką był rotenon zastosowany po raz pierwszy na szerszą skalę we Francji w roku 1935, dając bardzo dobre wyniki. Na skuteczność rotenonu w dużym stopniu wpływa temperatura — przy wyższej temperaturze trucizna działa energiczniej. Wyniki prac toksykologicznych wskazują, że po 8 godzinach rotenon zabija 40% larw stonki, po 32 godz. — 76% i po 56 godz. — 82%. W USA stosują rotenon wraz z cieczą bordoską uzyskując po 24 godzinach 90% śmiertelności stonki. Obecnie preparat ten, po przejściowym jego zarzuceniu, wchodzi na Zachodzie znowu do szerokiego użycia i ma wszelkie dane, by się nim bliżej zajmować. Istnieją udane próby syntetycznego otrzymywania związków zbliżonych do rotenonu i dających dobre wyniki w walce ze szkodnikami. Rutenon stosuje się w emulsji wodnej zawierającej 0,0005–0,001% czystego rotenonu lub w formie opylu w ilości 20 kg/ha.

Pyretrum. Jest to ester ketono-alkoholu i kwasu chrysantemonowego zawarty w proszku powstałym ze zmielenia koszyczków kwiatowych roślin: *Pyrethrum cinerariaefolium*, *P. roseum* i *P. carneum*. Substancja aktywna, czyli pyretryna, jest wrażliwa na działanie wilgoci, światła i podwyższonej temperatury i ulega rozkładowi tracąc właściwości toksyczne. Emulsja pyretrum traci po 3 dniach 80% swojej efektywności. W formie proszków pyretrum jest nieco trwalsze. W praktyce stosuje się emulsje o zawartości 0,002–0,01% czystej pyretryny, do opylania używa się proszki zawierające 0,05% pyretryny w ilości 50 kg/ha. W walce ze stonką pyretrum nie znalazło szerszego zastosowania głównie z tego powodu, że chrząszcze zimowe wyczuwają obecność preparatu na ziemniakach. Działanie na larwy jest pewne. Preparaty pyretrynowe są nieszkodliwe dla ludzi i zwierząt ciepłokrwistych.

Bardziej skuteczne są mieszaniny rotenonu i pyretrum, dające wyższą śmiertelność. Zarówno jednak rotenon, jak pyretrum i ich mieszanki są obecnie w bardzo ograniczonych ilościach używane do walki ze stonką (wg danych Europejskiej Organizacji Ochrony Roślin z 1953 r.).

Dalszym postępowaniem w walce chemicznej było wprowadzenie do ochrony roślin trucizn organosyntetycznych, które obecnie odgrywają decydującą rolę w walce ze stonką.

DDT — dwuchloro-dwufenylo-trójchloro-etan. Ten preparat, którego nadzwyczajne owadobójcze właściwości wykryte zostały w roku 1939 w Szwajcarii przez Müllera, jest obecnie podstawowym środkiem walki ze szkodnikami. DDT wykazuje dużą trwałość, nie ulega zmianom pod wpływem zmiennych warunków otoczenia i nie rozpuszcza się w wodzie. W krótkim czasie preparat ten stał się głównym środkiem walki ze

stonką i jeszcze dziś walka z tym szkodnikiem jest nie do pomyślenia bez DDT. Śmiertelność stonki uzyskiwana przy zastosowaniu tego preparatu jest znacznie wyższa niż przy wszystkich wcześniej omówionych preparatach, a nieszkodliwość DDT dla ludzi i zwierząt stwarza wielkie ułatwienie i zwiększa bezpieczeństwo stosowania truciźny w polu DDT jest w zasadzie truciźną kontaktową, lecz ma też pewne właściwości truciźny żołądkowej (Langenbuch 1951). Z tego względu zatruciu ulegają tylko te owady, które wchodzą w bezpośrednią styczność z preparatem. Larwy stonki od momentu wylęgu aż do połowy stadium L_4 są bardzo wrażliwe na DDT i ich zatrucie następuje zupełnie pewnie. Natomiast larwy przygotowane do przepoczwarzania się są odporne na DDT.

Schwarz (1956) stwierdza, że działanie DDT na chrząszcze stonki jest powolne, lecz pewne. Chrząszcze letnie zatrute DDT mogą nie zginąć na powierzchni, lecz ich śmiertelność w ziemi w czasie zimowania jest o 21% większa od chrząszczy nie zatrutych. Autorka stwierdza, że osiągane w polu wyniki wynoszą około 70% śmiertelności chrząszczy.

Preparaty na bazie DDT mogą być produkowane w różnych formach: jako proszki do opylania zawierające zwykle 5% substancji aktywnej, jako emulsje do opryskiwania zawierające zwykle ponad 20% substancji aktywnej i wreszcie jako preparaty do zawiesin zawierające 10% technicznego DDT.

W praktyce lepsze rezultaty uzyskuje się przy zastosowaniu DDT w formie opryskiwania. Przyczynę tego widzi Schwarz (1956) w lepszej przyczepności preparatów płynnych i większej ich odporności na zmywanie. Dzięki temu truciźna może działać przez dłuższy czas jako truciźna żołądkowa. Autorka podaje, że opad deszczu w ilości 5 mm na piąty dzień po zabiegu obniżył toksyczność roślin opylonych 20 kg/ha dla larw w środku stadium L_4 — o 64%, a opryskanych 0,2 procentową zawiesiną w ilości 600 l/ha — tylko o 3,5%.

W Polsce produkuje się preparaty na bazie DDT pod nazwą Azotox. Do opylania produkowany jest Azotox Extra, zawierający 5% czystego DDT, do opryskiwania zaś emulsja Azotox 40% lub 25%. Azotox Extra stosuje się w walcu ze stonką w ilości 20–40 kg/ha, Azotox 40% — w stężeniu 0,25% średnio 800 l/ha, zaś Azotox 25% w stężeniu 0,4% w tej samej ilości wody na ha.

HCH (heksachlorocykloheksan). Jest to drugi co do znaczenia preparat organosyntetyczny, którego właściwości owadobójcze zostały wykryte wkrótce po DDT. Środek ten prócz silnych właściwości truciźny kontaktowej ma też cechy truciźny żołądkowej i w dość znacznym stopniu — gazowej. Dzięki temu właśnie HCH znalazł szerokie zastosowanie w zwalczaniu szkodników glebowych. HCH nie ma tej trwałości co DDT, szczególnie wrażliwy jest na działanie światła, ulegając dość szybkiemu roz-

kładowi na związki nie-toksyczne dla owadów. HCH nie rozpuszcza się w wodzie (podobnie jak DDT). Działanie tego związku chemicznego na stonkę jest w wielu przypadkach silniejsze i pewniejsze niż DDT. HCH działa zadowalająco na te stadia larwalne, które są słabo zatrutowane przez DDT lub arsenian wapnia (starsze larwy L_4). Inicjalne zatrucie przy zastosowaniu HCH przeciw larwom jest dużo szybsze niż przy wszystkich wcześniej omawianych preparatach — osypywanie się larw z opylonych krzaków następuje niemal natychmiast po wykonaniu zabiegu. Agonia chrząszczy stonki ziemniaczanej zatrutej HCH jest dość przewlekła i czasem przeciąga się do 2–3 dni. Jak podaje Schwar z (1956), a co również i my obserwowaliśmy niejednokrotnie — zatrute larwy nie powracały nigdy do zdrowia. W zwalczaniu chrząszczy stonki uzyskuje się wyniki podobne do DDT — mimo wyższej inicjalnej toksyczności HCH. Langenbuch (1951) podaje, że właściwości trucizny żołądkowej są u HCH 10 razy silniejsze niż u DDT. Wynika z tego pewna poważna konsekwencja, na którą zwraca uwagę Schwar z (1956). Jeżeli pole ziemniaczane zostanie ogołocone z liści i wtedy dopiero stosuje się HCH celem zabicia chrząszczy, to efekt może być słaby, ponieważ trucizna nie będzie mogła uzewnętrznić swych silnych właściwości trujących, a działanie fumigacyjne i kontaktowe jest za słabe. Dawka trująca HCH dla stonki przy działaniu wewnętrznym wynosi według Langenbucha (1951) — 0,0002 mg izomeru gamma.

HCH ma bardzo istotną wadę, tj. nieprzyjemny zapach pleśni przenikający do roślin i zmieniający ich smak. Ziemniaki są bardzo wrażliwe na przenikanie HCH i z tego względu stosowanie HCH do opylania ziemniaków jest niebezpieczne. Wyższe dawki powodują też czasem oparzenia młodych części roślin. W Polsce produkowany jest HCH pod nazwą Gamatox, zawierający 10% technicznego HCH.

Lindane (czysty izomer gamma). Fakt, że toksyczność HCH związana jest nie z wszystkimi izomerami wchodzącymi w skład technicznego związku, lecz tylko z izomerem gamma, oraz że izomer gamma w stanie czystym nie posiada nieprzyjemnego zapachu, nasunął konieczność otrzymania tego izomeru w stanie możliwie czystym. Preparat ten znany jest na zachodzie Europy pod nazwą Lindane (od nazwiska chemika, który wyizolował ten izomer po raz pierwszy). Lindane, mając wielką toksyczność, jest cennym preparatem. W walce ze stonką stosuje się go przede wszystkim w mieszaninach z innymi preparatami.

DDT + HCH. Toksyczność tej mieszaniny jest w odniesieniu do stonki ziemniaczanej wyższa niż poszczególnych składników. Łączy ona mianowicie wysoką toksyczność inicjalną HCH z trwałością DDT. Szczególnie korzystne rezultaty daje ta mieszanina przy zwalczaniu chrząszczy, istnieje jednak niebezpieczeństwo zmian smakowych w ziemniakach.

Stosuje się powszechnie mieszaniny DDT z czystym izomerem gamma. W Polsce preparat taki produkowany jest pod nazwą Ditox L. Stosuje się go do opylania w ilości 20 kg/ha z bardzo dobrym rezultatem.

W Niemczech zaleca się (Schwarz 1956) następujący dobór omówionych ostatnio preparatów: wiosną, przeciw chrząszczom zimowym stosować Lindan, latem, przeciw larwom — mieszaniny DDT i Lindanu, późnym latem przeciw młodym chrząszczom — DDT.

Potasan (E 838, ester kumaryny). Preparat ten działa głównie jako trucizna żołądkowa (według Schradera 1951), jednak może również przenikać przez osłony ciała dzięki swej rozpuszczalności w lipidach. Pierwsze objawy zatrucia zjawiają się przy tym środku nieco później niż przy HCH, lecz śmierć następuje szybciej. Podobnie jak u DDT i HCH działania najobójczego preparat ten nie wykazuje, śmierć młodej larwy następuje po przerwaniu osłony jaja i zetknięciu się z trucizną na chorionie. Przeciw larwom jest Potasan bardzo skuteczny, natomiast przeciw chrząszczom daje wyniki różne — od 33 do 88% śmiertelności. Przypuszczalnie różnice te są wynikiem wrażliwości trucizny na warunki zewnętrzne. Potasan stosują również w mieszaninie z E 605 lub Lindanem. Norma zużycia Potasanu wynosi przy opryskiwaniu 600–800 l/ha cieczy o stężeniu 0,1%, a przy opylaniu 15 kg/ha proszku zawierającego 20% substancji aktywnej. Preparat ten jest w dużym stopniu toksyczny dla zwierząt ciepłokrwistych. U nas środek ten nie jest znany.

Chlordan (oktachloro-metano-tetrahydroinden). Jest to środek, którego działanie na stonkę ziemniaczaną jest podobne do DDT czy HCH. Inicjalna toksyczność jest nieco słabsza od HCH, lecz ostateczna śmiertelność jest wystarczająco wysoka. Preparat ten stosuje się w emulsji wodnej do opryskiwania zwykle w koncentracji 0,2% lub do opylania w ilości 20–30 kg/ha. W Niemczech Zachodnich stosuje się szeroko mieszaninę Chlordanu z Lindanem, mieszanina ta daje bardzo dobre rezultaty w walce z larwami i chrząszczami. Szkodliwość Chlordanu dla zwierząt wyższych jest podobna jak HCH i DDT, to znaczy w zasadzie jest on nieszkodliwy. W Polsce Chlordan nie jest produkowany.

Toksafen (chlorowany kamfen). Preparat ten znalazł w niektórych krajach szerokie zastosowanie głównie dzięki temu, że jest on nieszkodliwy dla pszczół. Działanie tego środka jest powolne, ale długotrwałe. Pełny efekt uzyskuje się w temperaturze ponad 18°. Wskazuje to, że w klimacie zmiennym preparat ten może dawać niepełne wyniki. W Niemczech obserwowano często przelatywanie chrząszczy z pól opryskanych Toksafenem na pola nie poddawane zabiegom. Wskazywać to może na odstraszające właściwości trucizny. Natomiast dane ze Stanów Zjednoczonych mówią o bardzo dodatnich wynikach uzyskanych tam przy uży-

ciu Toksafenu. Mitchener (1949) podaje następujące wyniki ze stosowania różnych preparatów w walce ze stonką (tab. 20).

Tabela 20

Wpływ stosowania różnych trucizn na plon ziemniaków (wg Mitchenera)
Influence on the potato yield of applying different toxicants (according to Mitchener)

Preparat	Plon w q/ha
1	2
Toksafen (50%)	203
Chlordan emulsja (40%)	107
Chlordan zawiesina (50%)	201
DDT — koncentrat (50%)	190
Arsenian wapnia	79
Kontrola	53

1 — preparation,

2 — yield,

Toksafen stosowany bywa również w mieszaninie z HCH dając zbliżone wyniki do mieszaniny DDT i HCH.

Aldrin (heksachloro-heksahydro-di-endometylennaftalina) i Dieldrin (epoksy pochodna aldrinu). W szeregu krajów Europy zachodniej preparaty te rozpowszechniły się ostatnio i używane są do walki ze stonką ziemniaczaną. Mitchener (1950) stwierdza, że obie te trucizny dają w walce z larwami stonki 100% efekty. Również przeciw chrząszczom stonki daje Dieldrin bardzo dobre wyniki. W Szwajcarii Dieldrin wypiera z walki ze stonką DDT, DDT + HCH i Chlordan, a to z tego powodu, że wszystkie te trucizny mogą ujemnie wpływać na smak ziemniaków. Dieldrin nie ma ubocznego wpływu na ziemniaki. Norma zużycia Dieldrinu wynosi 150–200 g/ha. Dane szwajcarskie podają następujące wyniki stosowania różnych preparatów w warunkach polowych (tab. 21).

Cyfry przytoczone w tabeli dobitnie wykazują przewagę Dieldrinu nad DDT i arsenianem wapnia.

Heptachlor (siedmiochloro-czterohydro-metanoiden). W stanie czystym jest to biała, krystaliczna substancja, zaś techniczny produkt zawiera 72% heptachloru. W ochronie roślin stosowany jest szeroko w USA i w zachodniej Europie. Dla zwierząt wyższych jest nieco bardziej toksyczny niż chlordan. W walce ze stonką stosuje się preparaty do opylania

Tabela 21

Śmiertelność larw stonki po zastosowaniu różnych preparatów
 Mortality of larvae of the Colorado beetle
 after the application of different preparations

Preparat	Ilość trucizny w g/ar	Ilość żywych larw na ar po 10 dniach			
		1950 r.	1951 r.	1952 r.	1953 r.
1	2	3			
Dieldrin 0,2%	3	0,25	0	0	0
DDT 0,2%	10	70	0	0	0
Arsenian wapnia 0,4%	16	861	130	835	1118

1 — preparation,

2 — dosage,

3 — quantity of alive larvae after 10 days,

w ilości 25 kg/ha, a częściej do opryskiwania w formie emulsji. Jest on też dobrym środkiem do dezynsekcji gleby.

Wszystkie omówione preparaty mogą być stosowane w formie oprysku lub opylu. Ogólnie należy stwierdzić, że zawsze lepsze wyniki daje opryskiwanie roztworami, zawiesinami, czy też emulsjami, a to z wielu powodów. Przy opryskiwaniu istnieje mniejsze prawdopodobieństwo przeniesienia trucizn na sąsiednie pola, pokrycie roślin trucizną jest równomierniejsze niż przy opylaniu, a przyczepność trucizny znacznie większa. Wadą opryskiwania jest duży balast wody i większy koszt robocizny. Wady te wpływają na szersze stosowanie (szczególnie u nas) opylań pól ziemniaczanych. Nowa technika walki chemicznej przy użyciu aparatów pianowych, atomizatorów i generatorów aerozoli usuwa główną wadę opryskiwania, tj. duży balast wody, dzięki czemu stosowanie trucizn płynnych staje się coraz szersze i w szeregu państw Europy zachodniej znacznie przewyższa opylanie.

Przegląd preparatów stosowanych do dezynsekcji gleby

W okresie pojawiania się pierwszych ognisk na terenach jakiegokolwiek państwa prowadzi się radykalną walkę z tym szkodnikiem nastawioną na całkowitą likwidację owada na terenie jego pojawu. Znaczną rolę odgrywa w tym wypadku użycie preparatów niszczących stadia

szkodnika przebywające w glebie. Gazowanie gleby było szeroko stosowane w Europie w latach 1922–1940, a następnie po wojnie. W latach przedwojennych stosowano bardzo różne związki, między innymi następujące:

Paradichlorobenzol — 50 ton/ha. Preparat ten daje słabe wyniki i obecnie jest całkowicie wycofany z użycia.

Benzol — 50 ton/ha. Również daje słabe wyniki i jest nieopłacalny w użyciu. Po zastosowaniu benzolu w tak wysokiej dawce gleba nie nadaje się do uprawy w ciągu 3 lat.

Dwusiarczek węgla — stosowało się go w ilości 1–4 ton/ha z dobrymi wynikami. Preparat ten zabija zarówno L_4 i poczwarki w glebie, jak też zimujące chrząszcze. Czigarjew (1955) podaje, że skuteczność dwusiarczku węgla zależy od metody jego stosowania. Jeżeli ziemia po wprowadzeniu do niej preparatu nie zostanie przykryta, to śmiertelność stonki jest niska i w warstwie górnej gleby przy dawce 100 g/m^2 wynosi 15%, przy 200 g/m^2 — 20% i przy 400 g/m^2 95%. Natomiast jeśli ziemię gazowaną przykryje się, uzyskuje się 100% śmiertelności już przy dawce 50 g/m^2 .

Dwuchloroetan był szeroko stosowany w Polsce do zwalczania stonki (Węgorek 1953). Aktywność gazu zależy w dużym stopniu od temperatury gleby: przy temperaturze wyższej gaz działa energiczniej i pełny wynik śmiertelności w glebie lekkiej uzyskuje się przy dawce $400 \text{ cm}^3/\text{m}^2$; w mniej korzystnych warunkach należy podnieść dawkę do $600 \text{ cm}^3/\text{m}^2$. Czigarjew (1955) uzyskał pełną skuteczność dwuchloroetanu w warstwie gleby od 0 do 25 cm przy dawce 100 g/m^2 w wypadku przykrycia gleby gazowanej płytami igelitowymi.

Beran (1944) badając szereg preparatów gazowych stwierdził, że chrząszcze po zimowaniu są znacznie odporniejsze na działanie gazów niż chrząszcze młode.

W ostatnich latach wszystkie wyżej omówione środki ustąpiły miejsca nowym preparatom owadobójczym, takim jak wcześniej omówione: Chlordan, Dieldrin, Aldrin, Heptachlor, a szczególnie HCH.

Zastosowanie HCH do zwalczania szkodliwych owadów w glebie zostało szeroko wprowadzone do praktyki. Od około 1950 r. poczęto w niektórych krajach stosować ten środek do zwalczania stonki. Metoda polega na wprowadzeniu HCH do ziemi na ognisko stonki. W Polsce zabieg ten stosuje się zarówno w okresie letnim, jak też do dezynsekcji pól jesienią po wykopaniu ziemniaków. W wypadku pierwszym HCH wprowadza się do gleby po uprzednim spaleniu naci i wyrównaniu ziemi. Preparatem opyla się ziemię, a następnie miesza się preparat z wierzchnią warstwą gleby za pomocą motyki lub grabi. Zabieg ten wykonuje się

na ogniskach punktowych w tych rejonach, gdzie stonka występuje jeszcze w słabym nasileniu. Dezynsekcję całych pól wykonuje się sporadycznie w tych wypadkach, gdy szkodnik wystąpi masowo w izolowanych ogniskach i istnieje przypuszczenie, że znaczne ilości chrząszczy zimują w ziemi. W takim wypadku, jesienią po wykopaniu ziemniaków opyla się całe pole preparatem HCH, a następnie bronuje celem przykrycia go ziemią. Jeżeli z jakichkolwiek powodów ognisko zwarte nie zostanie zdezynsekwane jesienią, zabieg można wykonać na wiosnę, przed wyjściem chrząszczy z ziemi.

We wszystkich wypadkach stosowania HCH do zwalczania stonki w glebie dawka preparatu wynosi 2,5 kg/ha izomeru gamma.

Dezynsekcja gleby preparatami HCH ma poważną wadę, polegającą na zmianie smaku ziemniaków (Turner 1950, Nagnauer i Günthart 1952, Burda 1956) i innych roślin korzeniowych zasianych na glebie traktowanej tym środkiem. W glebach lekkich niekorzystny wpływ HCH na smak roślin trwa do 3 lat, na zwięźlejszych 1–2 lata. Stwierdzono również, że HCH na glebach lekkich powoduje oparzenia kiełkującej pszenicy i żyta, co silnie wpływa na niżkę plonu tych roślin (Węgorek 1957 c, Łakocy 1957 c). Natomiast na glebach zwięzłych stwierdzono (Węgorek 1957) podwyżkę plonu. Szukając przyczyn stymulującego wpływu HCH na wzrost roślin autor doszedł do wniosku, że HCH nie wpływa na mikroflorę glebową, lecz przypuszczalnie uruchamia związki odżywcze w glebie, udostępniając je roślinom. Podobne wnioski wysuwa Persin (1954), a ostatnie badania Łakociego (1958) całkowicie udowodniły te przypuszczenia.

Powodowanie zmian smakowych w niektórych roślinach oraz parzenie roślin w pewnych warunkach glebowych wpływa na silne ograniczanie w ostatnich czasach szerokiego stosowania HCH do dezynsekcji gleby. Nie bez wpływu jest tu też opinia medycyny i weterynarii; lekarze na podstawie licznych prac stwierdzają szkodliwość resztek HCH znajdujących się w roślinach dla organizmów ciepłokrwistych spożywających takie rośliny (Risina i in. 1956, Tostanowska i in. 1956, Wołkowska 1956, Burackaja 1956).

Działanie Chlordanu i Heptachloru na stonkę w glebie jest podobne do działania HCH, z tym, że nie obserwuje się tu wpływu na mikroflorę ani na wzrost roślin (Węgorek 1957 c). Natomiast ujemny wpływ na smakowe właściwości niektórych roślin występują podobnie jak przy HCH.

Próby z Dieldrinem przeprowadzone przez nas wykazały jego wysoką toksyczność przy zastosowaniu do dezynsekcji gleby w ogniskach. Wyniki prób z trzema preparatami — Dieldrinem, HCH i Chlordanem podaje tabela 22.

Tabela 23

Zwalczanie stonki w ziemi różnymi preparatami
Control of the beetle in the earth by means of different preparations

Preparat	Dawka w kg/ha	Ilość L_4	Ilość wylęgłych chrząszczy	Ilość chrząsz- czy pozosta- łych przy ży- ciu po 10 dn.	Procent śmiertel- ności wylęgłych chrząszczy
1	2	3	4	5	6
Chlordan	200	500	326	7	97,9
"	100	500	308	13	95,8
Dieldrin	100	500	293	3	99,0
"	50	500	336	15	95,6
HCH (iz. gamma)	2,5	500	225	3	98,7
" " "	1,0	500	246	26	89,5
Kontrola	0,0	500	235	201	14,5

- 1 — preparation,
2 — dosage,
3 — quantity of L_4 ,
4 — quantity of hatching beetles,
5 — quantity of living beetles after 10 days,
6 — percent of mortality of beetles,

Jak wynika z tabeli, wszystkie stosowane preparaty dają bardzo wy-
soką śmiertelność wylęgłych chrząszczy.

Podatność stonki ziemniaczanej na środki chemiczne

Z podanego przeglądu preparatów przeznaczonych do zwalczania stonki wynika, że w obecnym stanie rozwoju przemysłu chemicznego istnieje szereg trucizn o dużej skuteczności. Można w związku z tym postawić pytanie, czy wobec tego problem stonki nie został rozwiązany w drodze walki chemicznej. Odpowiedź jest prosta — środki chemiczne nie rozwią-
zały dotychczas problemu stonki, ponieważ kwestia zwalczania szkodnika za pomocą trucizn nie jest bynajmniej sprawą prostą i niezawodną. Już omawiając poszczególne trucizny wspomnieliśmy kilka razy, że kwestia skuteczności poszczególnych trucizn jest zależna od wielu czynników ze-
wnętrzych i wewnętrznych. Specjalnie czynniki tkwiące w samym or-
ganizmie owada są wielorakie i trudne do ustalenia. O znaczeniu okryw
ciała, ich budowy i specyfiki na działanie trucizn kontaktowych piszą
B ö h m (1951) i B r o t z (1954), stwierdzając, że np. DDT rozpuszcza się
w warstwie lipoidalnej pokrywającej ciało chrząszczy i przenika następ-

nie do egzo- i endokutikuli. O rozmaitej wrażliwości stonki w zależności od stadiów rozwojowych mówią prace Langenbucha (1954, 1955), Schwarz (1948, 1951, 1956) i Thiema (1951), a jeżeli chodzi o preparaty do gazowania — praca Berana (1944). Zagadnienie zmiennej wrażliwości opracowane jest szerzej przez nas i w wyniku dotychczasowych prac widać, że skuteczność walki chemicznej zależy bardzo silnie od stanu fizjologicznego owada.

W badaniach szczegółowych nad wrażliwością chrząszczy na DDT w zależności od stanu fizjologicznego (Stacherska i in. 1957) stwierdzono, że śmiertelność chrząszczy po opyleniu ich DDT jest bardzo różna. Wyniki tych badań podaje tabela 23.

Tabela 23

Procent śmiertelności chrząszczy opylonych DDT (Gesarol)
Percentage of the mortality of the beetles dusted with DDT (Gesarol)

Stadium owada		% śmiertelności przy dawkach			
		5 kg/ha	20 kg/ha	40 kg/ha	kontrola
1		2	3	4	5
a. I. Chrząszcze zimowe					
b.	1) nie karmione — ♂♂	22	82	100	4
	— ♀♀	26	92	100	4
c.	2) karmione 14 dni — ♂♂	4	98	100	4
	d. — ♀♀ nie kładące jaj	20	56	100	4
e.	— ♀♀ kładące jaja	20	88	100	4
f. II. Chrząszcze letnie					
g.	1) nie karmione — ♂♂	100	100	100	4
	— ♀♀	94	100	100	4
h.	2) karmione 14 dni — ♂♂	6	50	88	4
	i. — ♀♀ nie kładące jaj	6	40	54	4
j.	— ♀♀ kładące jaja	10	78	93,5	4
k.	3) schodzące na zimowanie — ♂♂	0	4	16	0
l.	— ♀♀ nie kładące jaj	0	10	4	0
m.	— ♀♀ kładące jaja	0	56	23	0

1 — stage of insect,

2, 3, 4 — percent of mortality by a dosage,

5 — check,

a — hibernated beetles,

b — beetles not feeding,

c — beetles feeding 14 days,

- d — females not laying eggs,
- e — females laying eggs,
- f — summer beetles,
- g — beetles not feeding,
- h — beetles feeding 14 days,
- i — females not laying eggs,
- j — females laying eggs,
- k — beetles going down to hibernation,
- l — females not laying eggs,
- m — females laying eggs.

Jak wynika z cyfr podanych w tabeli — wrażliwość chrząszczy na DDT ulega dużym wahaniom w ciągu ich życia i są takie okresy, gdy w warunkach laboratoryjnych wysokie dawki preparatu dają minimalne rezultaty. Ogólnie stwierdzić można, że najwrażliwsze są młode chrząszcze natychmiast po wyjściu z ziemi po przepoczwarczeniu. Fakt ten można wykorzystać w walce przez opylanie ziemi na ogniskach, co do których istnieje przypuszczenie, że w glebie znajdują się poczwarki lub larwy L_4 . W takim wypadku młode chrząszcze ulegną zatruciu wychodząc na powierzchnię ziemi i trafiając nawet na niewielkie ślady trucizny. Natomiast już po 2 tygodniach młode chrząszcze stają się odporne i efekt uzyskiwany przy stosowaniu DDT jest niezadowalający. Na ogół we wszystkich próbach potwierdza się, że samice składające jaja są wrażliwsze na DDT niż samice nie składające jaj. Ponieważ w cytowanej pracy autorzy uzyskali podobne wyniki przy stosowaniu arsenianu wapnia, przeto można wysnuć ogólną zasadę o różnej wrażliwości stonki na trucizny. Przy konfrontowaniu przytoczonej tabeli 23 z tabelą 13, podającą zmiany biochemiczne w ciele chrząszczy w czasie ich życia, nasuwa się wyraźna współzależność wrażliwości na trucizny i składu biochemicznego ciała chrząszczy. Zależność ta da się sformułować w sposób następujący. Wrażliwość chrząszczy stonki na trucizny kontaktowe i żołądkowe (DDT i arsenian wapnia) uzależniona jest od składu biochemicznego ich ciała. Wraz ze wzrostem zawartości ciał tłuszczowych w ciele chrząszczy i spadkiem zawartości wody wolnej wzrasta odporność chrząszczy na trucizny. Reguła ta ma podstawowe znaczenie dla wyboru prawidłowego terminu walki chemicznej.

Dalsze nasze prace trwające jeszcze odnoszą się do kwestii ewentualnego uodpornienia się stonki na trucizny. Zagadnienie odporności owadów na preparaty ma zasadnicze znaczenie dla dalszego rozwoju walki chemicznej, a poza tym stanowi bardzo ważne zagadnienie fizjologiczne, będące tematem wielu badań. Wiesmann (1957) podaje w zwięzłej formie stan obecny wiadomości na ten temat zaznaczając wagę problemu w entomologii stosowanej. Również Cutcomp (1955) daje obszernie

naświetlenie tej sprawy uznając problem odporności za najważniejszy w nowoczesnej toksykologii.

Prac na temat odporności stonki na trucizny owadobójcze brak jeszcze, ale istnieje wiele informacji o uodpornianiu się tego owada na liczne preparaty. W USA, gdzie chemiczne zwalczanie stonki jest najpowszechniejsze, problem ten nabrał już znaczenia praktycznego. W czasie swej podróży naukowej do USA autor zebrał wiele ustnych informacji od tamtejszych entomologów odnośnie odporności stonki. W licznych stacjach owad ten odporny jest na DDT, a stwierdzono też odporność na HCH, Heptachlor i nawet Aldrin.

U nas istnieje wiele informacji z terenu o niedostatecznych wynikach walki ze stonką przy użyciu DDT. Wartość dowodowa tych informacji wymaga sprawdzenia naukowego i z tego powodu podjęliśmy odnośne prace. Z dotychczasowych badań wynika, że stonka podtruta DDT, po wyzdrowieniu wykazuje w pewnych wypadkach wzmoczoną żarłoczność i wyższą płodność w porównaniu do owadów nie stykających się z trucizną. Wynik ten ma wielkie, praktyczne znaczenie. W terenie często zdarza się, że przeprowadzony zabieg chemiczny jest niedokładny i owady zostają tylko podtrute. Pociąga to za sobą silniejszy, wtórny pojaw szkodnika w roku następnym. Będąc w toku badania wyjaśnią z pewnością przyczyny fizjologiczne tego zjawiska i wniosą nowe światło do ogólnego problemu odporności owadów na trucizny.

Technika stosowania środków chemicznych

Równolegle z rozwojem środków chemicznych do zwalczania stonki postępowała naprzód technika stosowania tych trucizn. W samych początkach walki chemicznej opryskiwanie roślin zawierają arsenu wapnia wykonywano miotłkami przez zanurzanie ich w wiadrze z cieczą i następnie otrząsanie kropel trucizny nad roślinami. Opylanie sproszkowanymi truciznami wykonywano przy użyciu różnego typu woreczków z rzadkiej tkaniny lub po prostu przez ręczne rozrzucanie preparatu. Wkrótce potem weszły w użycie opryskiwacze ciśnieniowe, początkowo ręczne, a następnie konno-mechaniczne i motorowe. Obecnie istnieje cała masa rozmaitych typów aparatów do opryskiwania i opylania o wielkiej mocy i wydajności.

Rozbicie cieczy na możliwie najdrobniejsze kropelki uzyskuje się w dzisiejszych aparatach trzema sposobami:

- 1) za pomocą wysokiego ciśnienia (do 50 atm.),
- 2) za pomocą rozbicia mgły wychodzącej z rozpylaczy silnym strumieniem powietrza (opryskiwacze tzw. PSS),
- 3) za pomocą aerozolowania.

Opryskiwacze pracujące pod ciśnieniem są u nas obecnie najszerzej stosowane.

Do drugiej grupy należą, tzw. atomizatory o bardzo różnorodnej konstrukcji i mocy. Znanym u nas opryskiwaczem PSS jest traktorowy opylacz-opryskiwacz OKS. Wylot cieczy i prądu powietrza jest wspólny. Na maszynie znajduje się zbiornik proszku oraz silna dmuchawa tłocząca 2000 m³ powietrza na godzinę. Aparat takiego typu umożliwia następujące prace:

- 1) opryskiwanie roztworami, zawiesinami i emulsjami o wyższych koncentracjach dzięki dodatkowemu rozbiciu cieczy wychodzącej z rozpylacza przez silny prąd powietrza; dzięki temu rozchód cieczy na jednostkę powierzchni zmniejsza się o połowę;

- 2) opylanie proszkami zwilżonymi w momencie wychodzenia na zewnątrz przez wodę wychodzącą z rozpylacza; zwiększa to przyczepność proszku i jego osiadanie na roślinach;

- 3) kombinowanie trucizn sproszkowanych z płynnymi (np. ciecz bordoska z DDT).

Drugim, znanym u nas aparatem działającym na zasadzie rozbicia cieczy przez wydmuch powietrza jest opryskiwacz pianowy PSN-6. Dzięki spienieniu cieczy i następnemu rozbiciu jej przez prąd powietrza uzyskuje się bardzo drobną mgłę pozwalającą na dokładne pokrycie roślin dużo mniejszą ilością cieczy. Aparat ten zużywa 200 l cieczy na ha. W związku z tym koncentracja trucizny musi być podwyższona w stosunku do stosowanej w opryskiwaczach normalnych.

Do tego samego typu należą opryskiwacze samolotowe lub helikopterowe, coraz szerzej wchodzące w użycie za granicą i u nas. Rozbicie cieczy na drobne kropelki następuje dzięki silnemu prądowi powietrza. Zużycie cieczy wynosi 4–7 l/ha.

Metoda aerozolowania jest w ochronie roślin nowa. Aerozole powstają przez rozpylenie w powietrzu ciał stałych lub cieczy — zwykle oleistych — o dużym stężeniu. Są to więc zawiesiny koloidalne ciał stałych lub ciekłych rozcieńczone w powietrzu. Rozdrobnienie jest tu rzędu 0,5–50 mikronów, przy czym łączny ciężar cząstek o średnicy powyżej 30 mikronów nie może wynosić więcej niż 2% ciężaru rozpylonego preparatu, kropelki zaś o średnicy powyżej 50 mikronów nie mogą stanowić więcej niż 1%.

Aerozole dzielą się na:

- 1) kondensacyjne, czyli właściwe, i
- 2) dyspersyjne, czyli mokrozole.

Aerozole kondensacyjne, zwane też często gorącymi, powstają przez odparowanie cieczy i następną kondensację par w temperaturze powietrza otaczającego roślinę. Ciecz ogrzana, na przykład przez

gazy wydechowe silnika spalinowego zostaje odparowana, a para wymieszana z gazem spalinowym zostaje wydmuchnięta na zewnątrz, na rośliny. Tu następuje skroplenie się (kondensacja) na małe cząstki czy kropelki i preparat osiada w postaci delikatnej mgły.

Aerozole dyspersyjne, zwane też aerozolami zimnymi, powstają wskutek rozpylenia cieczy na drobną mgłę drogą mechaniczną. Ciecz jest roztworem preparatu chemicznego w lotnym rozpuszczalniku.

Zaletą aerozoli jest ich duże rozdrobnienie i wobec tego zwiększenie możliwości trafienia szkodnika przez kropelki trucizny. Wielkość kropelek aerozolowych jest różna. W zależności od wielkości kropelek istnieje mgła sucha — tj. taka, w której kropelki mają średnicę 0,1–15 mikronów i mgła mokra, o wielkości kropelek 15–20 mikronów. Zbytne rozdrabnianie aerozoli nie jest korzystne, ponieważ wraz ze zmniejszeniem cząstek spada ich energia kinetyczna i nie mogą pokonać oporu powietrza przed przedmiotami opryskiwanymi. Praktyka wykazała, że najlepsza jest wielkość 10–13 mikronów, a więc pogranicze mgły mokrej. Wadą aerozoli jest ich zwiewanie przez wiatr.

W walce ze stonką aerozole dają dobre rezultaty, ale ich wrażliwość na wiatr zmniejsza możliwość szerokiego ich stosowania w polu.

Oceniając trzy wyżej wymienione sposoby opryskiwania, należy dać pierwszeństwo aparatom PSS, czyli atomizatorom dającym bardzo dobry oprysk, ale jeszcze o wystarczająco dużych kropelkach, by miały one konieczną energię kinetyczną do przezwyciężenia oporu powietrza.

Inny sposób stosowania trucizn, to opylanie roślin suchymi proszkami. W Polsce szeroko stosowanymi aparatami tego typu są: opylacz plecakowy Wawel, Hudson oraz mechaniczny opylacz Grom. Wcześniej omówiony opryskiwacz PSN-6 może być również przebudowany na opylacz polowy. Wreszcie szeroko stosowane są samoloty do opylania pól ziemniaczanych. Karczewski (1957) w swej pracy nad stosowaniem samolotów w walce ze stonką uzyskał dobre wyniki, wykazując, że ekonomika zabiegu zależy od bardzo dobrej organizacji opylania.

METODA AGROTECHNICZNA

W kompleksowym zwalczaniu stonki istnieje wiele ogniw walki pośredniej. Tematyką tą zajmuje się przede wszystkim metoda agrotechniczna. Problematykę tej metody można ująć w następujące zagadnienia:

1. Usuwanie ukrytych miejsc rozmnażania się stonki.
2. Stosowanie zasiewów chwytnych.
3. Hodowla odmian ziemniaków odpornych.

Usuwanie ukrytych miejsc rozmnażania się szkodnika

Bardzo poważnym i trudnym zagadnieniem w walce ze stonką są samosiewy ziemniaczane na zeszłorocznych ziemniaczyskach lub w pobliżu kopców ziemniaczanych. Na ziemniakach wyrastających z pozostawionych tam bulw koncentruje się często szkodnik i rozmnaża niezauważony. Samosiewy ziemniaczane są zjawiskiem powszechnym w rejonach o łagodnej zimie. W wypadku niedokładnego wybierania ziemniaków w czasie wykopek wyrasta w roku następnym wiele krzaków ziemniaczanych w tej uprawie, jaka przychodzi wiosną na zeszłoroczne ziemniaczysko (najczęściej zboża jare). Na takich roślinach ziemniaczanych zatrzymują się chrząszcze wychodzące z ziemi na wiosnę, znajdując tu bardzo dogodne warunki rozwoju. Z tego względu niszczenie samosiewów jest kwestią bardzo ważną w walce ze stonką. Nie jest to zadanie proste ani łatwe. Badania prowadzone u nas miały na celu opracowanie metod walki z samosiewami przy pomocy herbicydów. Niestety, uzyskane wyniki były negatywne.

Mackiewicz (1957) podaje, że stosowanie preparatów 2,4-D w stężeniu 0,25‰ i 0,5‰, Stripanu w stężeniu 2 i 4‰ oraz Krezotolu w stężeniu 1,5 i 3‰ daje co prawda pewne zniszczenie ziemniaków rosnących w owsie, ale uszkodzone rośliny już po 2 tygodniach regenerują i rozwijają się normalnie. Wyższe koncentracje preparatów powodują pewne uszkodzenia owsa odbijające się na plonach, wobec czego dalsze podwyższanie koncentracji herbicydów jest niedopuszczalne. Jedyną więc metodą walki z samosiewami jest dokładne zbieranie bulw w czasie wykopek.

Mackiewicz (1957) badał różne typy kopaczek i stwierdził, że po zastosowaniu kopaczki traktorowej polskiej TK-2 pozostaje w ziemi znacznie mniej kłębów niż przy kopaczce gwiazdzistej traktorowej czy konnej. Po zebraniu bulw wyrzuconych przez kopaczkę należy stosować kilkakrotne bronowanie ziemniaczyska i wybierać bulwy.

Jeśli w okresie wykopek panuje niesprzyjająca pogoda (deszcze), trzeba liczyć się z pozostaniem w glebie znacznych ilości bulw — szczególnie na glebach cięższych. Gdy po takiej jesieni nastanie lekka zima, wówczas należy spodziewać się wyrastania dużej ilości samosiewów na zeszłorocznych ziemniaczyskach.

Stosowanie zasiewów chwytnych

Omawiając biologię stonki oraz jej ekologię wspominano, że chrząszcze wychodzące wiosną z ziemi koncentrują się na najbliższych ziemniaczyskach. Wylot tych chrząszczy z ziemi następuje często przed wzejściem większości ziemniaków, co sprzyja wiosennemu rozlotowi szkodnika.

Te momenty dały podstawy do wylapywania chrząszczy na rośliny pułapkowe. Węgorzek (1955) podaje wyniki szczegółowych badań nad stosowaniem tej metody z dobrymi skutkami. Pasy chwytne stosowane były dość powszechnie w Polsce oddając znaczne usługi przy likwidacji chrząszczy zimowych.

Zasada tej metody polega na obsadzaniu ziemniakami zeszłorocznych pól ziemniaczanych, na których występował szkodnik w ubiegłym roku w znacznym nasileniu i nie został dokładnie zniszczony. Wzdłuż dłuższych boków pola (a na wąskich polach — wzdłuż jednego boku) wysadza się możliwie wcześniej po trzy rzędy ziemniaków wczesnej odmiany. Dobrze jest ziemniaki przeznaczone do obsadzenia pasów chwytnych uprzednio podkiełkować, co daje znaczne przyspieszenie wschodów (Maciewicz 1957).

Wychodzące z ziemi chrząszcze koncentrują się masowo na pasach, skąd mogą być łatwo zebrane i zniszczone. W końcowym okresie koncentracji chrząszczy, ale przed okresem dorastania najwcześniej wylęgłych larw, należy pasy chwytne dokładnie opryskać środkami owadobójczymi celem zniszczenia chrząszczy przeoczonych i ich potomstwa.

Metoda ta w wypadku dokładnego przeprowadzenia może dać zniszczenie większości chrząszczy przezimowanych, zmniejszając tym samym zagrożenie tegorocznych pól ziemniaczanych do granic nie wymagających większych nakładów pracy na lustrację i walkę chemiczną. Należy przy tym pamiętać, że wylapanie chrząszczy wiosną usuwa możliwość żerowania larw, a zatem zmniejsza do minimum niebezpieczeństwo strat w plonach.

W wielu doświadczeniach terenowych prowadzonych pod nadzorem naukowym uzyskiwano przy tej metodzie bardzo dobre rezultaty (Węgorzek 1955) umożliwiające wyciągnięcie wniosków o celowości tej metody. Stosowanie metody pasów chwytnych pozwoliłoby na uzupełnienie metody chemicznej, co z uwagi na ochronę biocenozy ma specjalnie duże znaczenie.

Hodowla odmian ziemniaków odpornych

Z momentem stwierdzenia, że rozwój stonki ziemniaczanej ulega zahamowaniu na niektórych roślinach z rodziny *Solanaceae*, zaczęto badania nad hodowlą odmian stonkoodpornych. Za inicjatora tych badań należy uznać Trouvelota, który rozpoczął je na szeroką skalę wkrótce po zdomowieniu się stonki we Francji. Badania te rozwinęły się bardzo intensywnie w szeregu krajów i obecnie istnieje obszerna literatura na

ten temat, której niesposób przytaczać w tym miejscu, tym bardziej, że w obecnym stanie badania te nie dały jeszcze pozytywnych, praktycznych rezultatów.

O różnej wartości odżywczej gatunków *Solanaceae* mówiono w ekologii przy omawianiu czynnika pożywienia, postaram się tu omówić pokrótce prace hodowlane zmierzające do wyhodowania odmian odpornych. Punktem wyjścia tych prac było stwierdzenie obecności w niektórych psiankowatych alkaloidów szkodliwych lub trujących dla stonki. Kuhn i Löw (1947) wyizolowali w roku 1947 z *Solanum demissum* alkaloid zwany demissyną, która jest zbliżona do solaniny występującej w *Solanum tuberosum*. Demissyna nie jest trującą dla larw i chrząszczy stonki, lecz raczej odstrasza owady od żerowania. Solanina nie ma, według Schreibera (1956), tych odstraszających właściwości nawet w wypadku 150-krotnego sztucznego zwiększenia jej koncentracji w pożywieniu.

Prokoszew (1952) stwierdził, że krzyżowanie *Solanum demissum* z *S. tuberosum* daje tylko w F_1 równą ilość demissyny i solaniny, w dalszych pokoleniach zawartość demissyny zanika.

W ostatnich latach badania nad alkaloidami roślin psiankowatych pounięte zostały znacznie naprzód. Wykryto takie alkaloidy, jak solasonina, tomatina, dioscina, tigonina, solacaulina, chaconina i inne (Schreiber 1954, 1955 a i b, 1956, 1957, 1958). Wszystkie te alkaloidy były badane na testach biologicznych dając pewną śmiertelność badanych owadów. Buhr (1955) podaje swoje i cytuję dane Kuhna i innych (1950 i 1954) o śmiertelności larw żywionych różnymi alkaloidami. W wyniku uzyskano pełną śmiertelność larw przy tomatynie (przy koncentracji 0,086%) oraz wysoką śmiertelność przy wysokich koncentracjach demissyny (2,46%). Natomiast solacaulina, solanina z *S. tuberosum* i *S. aviculare* dawały bardzo nieznaczną śmiertelność larw. Wysokie koncentracje solaniny z *S. chacoense* (1,70%) dawały wysoką, lecz niepełną śmiertelność larw.

W Polsce badania nad hodowlą odmian stonkoodpornych w oparciu o zawartość szkodliwych glikoalkaloidów rozpoczął już w 1947 roku dr Lipiński (zmarł w 1950 r.), a obecnie prowadzi je Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin (Pierzchalski i Werner 1958, Pierzchalski 1958). Do krzyżówek używa się *Solanum demissum* i *S. chacoense*. Krzyżówki z *S. chacoense* są trudne i dopiero przez zastosowanie pośrednika w postaci siewki S. L. pochodzącej z krzyżówki *S. tuberosum* i *S. commersonii* udało się uzyskać dobre rezultaty w hodowli. Dotychczas mimo wielu tysięcy siewek nie udało się utrwalić odporności dzikich gatunków w krzyżówkach. Niemniej dalsze prace w tym zakresie są konieczne ponieważ samo zagadnienie jest trudne i skomplikowane.

Odporność ziemniaków może polegać nie tylko na ich składzie biochemicznym, lecz też wynikać może z innych cech ziemniaków.

Boczowska (1945 a) badała 10 polskich odmian ziemniaków pod kątem ich przydatności dla stonki, uzyskując różną płodność samic i śmiertelność larw na różnych odmianach. Na odmianie Marszałek ginęło dużo larw w stadium L_1 , a to wskutek spadania z liści i pędów w czasie wędrówki na wierzchołek rośliny. Przyczyną spadania larw było silne owłosienie liści utrudniające pełzanie larw.

W innych pracach swoich Boczowska (1945 b, 1946) stwierdziła zmniejszoną płodność samic na różnych badanych odmianach, przy czym różnice wynosiły do 44% jaj. Autorka zwróciła też uwagę na różną zdolność regeneracyjną poszczególnych odmian.

Te typy odporności polegające na budowie morfologicznej i właściwościach fizjologicznych ziemniaków mogą mieć bardzo duże znaczenie w hodowli odmian lepiej znoszących uszkodzenia powodowane przez stonkę. Wobec trudności uzyskania odmian odpornych w drodze krzyżowania *S. tuberosum* z dzikimi *Solanaceae* zawierającymi szkodliwe substancje, wydaje się bardzo wskazane szukanie innych czynników odporności ziemniaków. Prace Mackiewicza i Turowskiego (1947) idące w tym kierunku wskazują na pewne możliwości uzyskania efektów. Wynika z nich bowiem, że są odmiany łatwiej i szybciej regenerujące utraconą masę zieloną i mniej obniżające plon na skutek utraty liści. Takie odmiany posiadają więc pewną fizjologiczną odporność, którą można wzmocnić drogą selekcji i hodowli. Wydaje się, że ta droga będzie właściwsza i prędzej da rezultaty niż hodowla odpornościowa oparta na biochemicznych cechach dzikich *Solanaceae*.

METODA BIOLOGICZNA

Omawiając w poprzednim rozdziale kwestię biocenozy pól ziemniaczanych wspomnieliśmy, że jest ona uboga i zbyt słaba, by stawić czoło stonce ziemniaczanej (Węgorzek 1957 d). Niemniej istnieją pewne ogniska w biocenozie naszych pól, których rola w tępieniu stonki może odegrać pewną rolę jeśli nie obecnie, to w latach przyszłych.

Wykorzystanie do walki organizmów drapieżnych czy chorobotwórczych jest w ochronie roślin bardzo frapujące, lecz na ogół słabo opracowane. W odniesieniu do stonki istnieje szereg prac na ten temat, z których wynika, że walka biologiczna nie dała większych rezultatów.

W naszych badaniach zatrzymaliśmy się dotychczas na kilku gatunkach.

Spośród owadów drapieżnych badaliśmy żuchwienią głowacza (*Brosca cephalothus*) i biedronki (Pacanowski 1956 a, b). Żuchwień, wystę-

pujący licznie na polach ziemniaczanych, dość chętnie odżywia się stonką. Sztuczne jednak zwiększanie jego populacji jest mało prawdopodobne. Biedronki odgrywają dużą rolę w niszczeniu ziół jaj stonki. Niestety, nasilenie tych drapieżników uzależnione jest przede wszystkim od występowania mszyc na ziemniakach. Na przykład w roku 1956, w związku z masowym pojawem mszyc, zagęszczenie biedronek w końcu lata było bardzo wysokie. Wykładane w tym czasie złoża jaj stonki w warunkach naturalnych były całkowicie niszczone przez biedronki. W innych jednak latach, a szczególnie w początkowym okresie wegetacji, rola biedronek jest raczej ograniczona. Sztuczne zwiększanie populacji tych drapieżników jest mało realne, a stałe stosowanie insektycydów obniża silnie populację biedronki na polach ziemniaczanych (Węgorzek 1957 oraz 1950).

Próby z kruszynkiem (*Trichogramma* sp.) robione w laboratorium nie dały rezultatów. Błonkówki nie atakowały zupełnie jaj stonki.

Znacznie więcej badań poświęcono wykorzystaniu ptaków do tępienia stonki (Berek i in. 1951/52, Buri 1942, Feytaud 1925 i 1939, Gerber 1949, Herber 1949, Langenbuch 1930, Luscher 1939/40, Müller Using 1951, Ruszkowski 1948, Sellke 1940, Sokołowski 1955, Szczepski 1957a i b). Ten ostatni prowadził u nas dokładne badania nad możliwością wykorzystania w walce ze stonką szpaka (*Sturnus vulgaris* L.) i bażanta (*Phasianus colchicus* L.). Co do szpaka — autor stwierdza objawy zatrucia u młodych osobników żywionych stonką. Mniej wyraźne objawy szkodliwego działania stonki zauważył autor przy badaniach bażanta. Wydaje się, że ten gatunek może być uważany za aktywnego tępiciele stonki, na co wskazują też inni autorzy, cytowani wcześniej. Na ogół jednak w chwili obecnej wykorzystanie awifauny w walce ze stonką jest mało prawdopodobne.

Nowe światło na rolę szpaka w walce ze stonką rzuciły ostatnie obserwacje poczynione na terenie badań stonki w Turwi. Na tym obszarze rozwiesiliśmy w latach 1951—1954 kilka tysięcy skrzynek lęgowych celem zagęszczenia ilości ptaków, głównie szpaków. Do roku 1957 włącznie, nigdy w czasie przeglądu skrzynek nie stwierdziliśmy w nich obecności resztek pokarmowych mogących świadczyć o odżywianiu się szpaków stonką ziemniaczaną. Dopiero w 1958 roku takich obserwacji dokonali Czarnecki i Górny (1958), stwierdzając w jednej skrzynce kilkadziesiąt chrząszczy i pokryw stonki, w tym 11 żywych owadów, a w dwóch dalszych skrzynkach po kilka pokryw chrząszczy. Świadczy to o aktywnym tępieniu stonki przez szpaki. Wyniki obserwacji poczynionych w 1959 roku na tym samym terenie dały jeszcze ciekawsze wyniki. Resztki chrząszczy stonki stwierdzono w większości kontrolowanych skrzynek. Obserwacje te są tym cenniejsze, że odnoszą się do zupełnie

naturalnych warunków, pozwalając na bardziej optymistyczne nadzieje co do roli ptaków w walce ze stonką ziemniaczaną.

Spśród chorobotwórczych mikroorganizmów zatrzymaliśmy się na grzybach z rodzaju *Beauveria*. Błońska (1956, 1957) w swych badaniach hodowała wyizolowane ze stonki grzyby i wykonywała sztuczne infekcje uzyskując dobre wyniki zarówno w laboratorium, jak i w polu. Infekcja następuje zarówno przy zetknięciu z grzybem, jak i przez zjedzenie zarodników. Objawy zakażenia u larw pojawiają się po 3 dniach. Z badań tych wynika realna możliwość zwalczania stonki za pomocą grzyba *Beauveria*, przy czym można wprowadzić mieszaniny preparatów pylistych opartych na DDT z zarodnikami grzyba, rozcieńczając zarodniki w stosunku 1 : 20. Działanie zarodników uzupełni preparat kontaktowy, szczególnie w okresach silniejszych opadów i wysokiej wilgotności powietrza.

Patrząc na całość zagadnienia stosowania biologicznej metody walki należy stwierdzić, że jest ona mało opracowana i bardzo trudna w realizacji. Z prac przeprowadzonych w Polsce wynika, że stosunkowo najłatwiej można by zastosować walkę mikrobiologiczną. Zagadnienie to jednak musi być bardzo dokładnie zbadane, ze względu na ekonomikę. Prace w tym kierunku są niezwykle ważne i potrzebne, ponieważ opieranie się wyłącznie na metodzie chemicznej jest często niewystarczające.

TECHNIKA LIKWIDACJI OGNISK STONKI ZIEMNIACZANEJ

Zwalczanie stonki ziemniaczanej na polach zaatakowanych przez nią opiera się na szeregu zabiegów. Walka z tym szkodnikiem jest prowadzona inaczej w tych krajach, gdzie szkodnik opanował już cały areal pól, inaczej zaś tam, gdzie ogniskowy pojaw stonki pozwala na radykalne niszczenie tych ognisk celem opóźnienia postępu szkodnika. Polska znajduje się wciąż w sytuacji państwa broniącego się przed masowym rozprzestrzenieniem się stonki i stąd likwidacja ognisk przebiega w oparciu o kompleks zabiegów dających większą pewność dokładnej likwidacji szkodnika.

Podstawą skutecznej walki ze stonką jest wykrycie jej ognisk, tj. pól opanowanych przez nią. W tym celu przeprowadza się poszukiwania stonki na polach ziemniaczanych. Do roku 1956 podstawą znalezienia stonki były organizowane przez służbę ochrony roślin tzw. powszechne lustracje, w liczbie 7 w okresie wegetacji. Obecnie obniżono ilość powszechnych lustracji do 2–3, natomiast przerzucono obowiązek wykrycia ogniska głównie na użytkownika pola, który obowiązany jest przeglądać swoje ziemniaki raz na tydzień.

Ognisko stonki wykryte w czasie indywidualnych czy też powszech-

nych lustracji zostaje oznaczone tyczką, a znalezione okazy szkodnika zebrane w miarę możliwości dokładnie i zniszczone na miejscu. Dalsze zabiegi wykonują kolumny techniczne.

Likwidacja ogniska polegała do niedawna na niszczeniu ziemniaków w miejscu stwierdzenia szkodnika, gazowaniu ziemi i opylaniu, ewentualnie opryskiwaniu truciznami owadobójczymi całego pola, na którym wykryto stonkę, oraz sąsiednich pól ziemniaczanych w promieniu nawet do 2 i więcej kilometrów. To opylanie pól sąsiednich robione „na ślepo” miało na celu zniszczenie szkodnika na niewykrytych miejscach jego występowania. Pomijając nawet wzgląd ekonomiczny, skutki takiego szerokiego stosowania trucizn były bardzo niepożądane dla biocenozy pól uprawnych.

Obecnie ograniczono wypalanie ziemniaków tylko do ognisk odosobnionych na granicy zasięgu szkodnika oraz — z wyjątkiem pasa granicznego z ZSRR — zniesiono opylanie profilaktyczne pól w mniejszym czy większym promieniu od ogniska. Walka chemiczna ze stonką prowadzona jest na polu ogniskowym i ewentualnie na bezpośrednio graniczącym z nim polu ziemniaków. W wypadku, jeśli po zastosowaniu zabiegów stwierdzi się ponowny pojaw szkodnika, zabiegi należy powtórzyć. Dawki preparatów w miejscu, gdzie szkodnik wystąpił, są wyższe (do 60 kg ha preparatu DDT), natomiast resztę pola opyla się lub opryskuje normalnymi dawkami trucizn stosując głównie mieszaninę DDT + HCH pod nazwą Ditox L.

W wypadku wykrycia ogniska o dużym nasileniu szkodnika (tzw. ognisko zwarte) stosuje się w wyjątkowych wypadkach po sprzęcie ziemniaków lub na wiosnę dezynsekcję gleby przy użyciu HCH. Ostatnio zabieg ten silnie ograniczono z uwagi na ujemne skutki wtórne HCH (parzenie roślin, zapach). Gazowaniu podlegają tylko te pola, co do których jest pewność, że w glebie znajduje się duża ilość szkodnika. Eliminowane są też pola o glebach lekkich, ponieważ parzenie roślin przez HCH na takich glebach jest szczególnie niebezpieczne. Jeżeli istnieje przypuszczenie, że na ognisku o glebie lekkiej zimuje dużo stonki, glebę opyla się po wierzchu preparatem DDT w okresie wychodzenia chrząszczy z ziemi.

Uzupełnieniem jest w pewnych wypadkach wyłapywanie chrząszczy na wiosnę na pasy chwytne. Pasy takie zakłada się wzdłuż boków pola, na którym w roku ubiegłym było ognisko zwarte.

Całość walki ze stonką przebiega pod kontrolą państwowej służby ochrony roślin. Do niedawna koszty całej akcji wraz ze środkami chemicznymi opłacało państwo. Obecnie środki do walki ze stonką są odpłatne, a tylko zabiegi profilaktyczne wykonuje się na koszt państwa. Ogólnym dążeniem jest przeniesienie głównego ciężaru walki ze stonką

na użytkownika pól, ponieważ on musi być w pierwszym rzędzie zainteresowany ochroną pól.

Cała akcja walki ze stonką w Polsce opiera się na opracowanych przez Instytut Ochrony Roślin prognozach i sygnalizacji pojawu szkodnika. Dzięki temu wszystkie zabiegi są ściśle związane z biologią stonki.

Dotychczasowy przebieg walki ze stonką w Polsce wskazuje, że metody oparte na osiągnięciach naukowych wypracowanych w Instytucie Ochrony Roślin gwarantują skuteczną ochronę pól przed tym niezwykle szkodliwym. Warunkiem jednak powodzenia jest sumienne i terminowe wykonywanie zaleceń i wskazówek nauki.

STRESZCZENIE

Praca podaje całość wiadomości o stonce ziemniaczanej w oparciu o literaturę światową oraz — w przeważnej części — o badania własne przeprowadzone w Instytucie Ochrony Roślin w Poznaniu (rys. 1, 2) pod kierunkiem autora.

Na początku autor omawia stanowisko systematyczne stonki i jej nazwy w różnych językach oraz szczegóły budowy zewnętrznej poszczególnych stadiów, ilustrując tekst licznymi rysunkami (rys. 3–14). Dalej omówiona została historia pochodzenia stonki w oparciu o badania entomologów amerykańskich. Przemieszczanie się rodzaju *Leptinotarsa* w Ameryce Środkowej podaje rys. 15. Na tym miejscu autor daje obszernie naświetlenie genetycznych badań, szczególnie Towera oraz omawia kwestię form melanicznych, jakie zostały stwierdzone też i w Polsce.

W dalszej części pracy autor przechodzi do inwazji stonki opisując najpierw inwazję Ameryki, a następnie Europy. W inwazji Europy autor wyróżnia 4 drogi pochodzenia stonki, pokazane na rys. 16. Każda z dróg pochodzenia szkodnika jest omówiona dokładnie aż do ostatnich lat. Szerzej omówiona została kwestia inwazji na Anglię ponieważ widać tu silny opór środowiska. Trudność opanowania Anglii polega wg autora głównie na specyfice klimatu tego kraju. Na przykładzie masowych inwazji z morza na wyspy w kanale La Manche autor wskazuje jak często owad ten wykorzystuje wodę do poszerzenia obszaru opanowanego i jak częste są tego rodzaju inwazje „od morza”. Ten rozdział zamyka autor charakterystyką stanu obecnego i prognozą na lata następne, w której przewiduje dalszy postęp owada na wschód.

W następnym rozdziale autor przechodzi do szczegółowego omówienia inwazji stonki w Polsce. Na początku podane są ciekawostki na ten temat z lat 1875–1878, po czym autor podaje historię pojawu pierwszych ognisk w latach 1946–1949 (rys. 17). W szeregu map (rys. 18–22) oraz

tabel 2—7 pokazane są postępy szkodnika w latach 1950—1958. Szczegółowo autor omówił inwazję stonki w roku 1950, która była największa w historii tego szkodnika.

Po tej części ogólnej autor przechodzi do opisu biologii stonki w oparciu o badania własne. Odnośnie wiosennego wylotu chrząszczy z ziemi autor stwierdza, że nie można przyjmować tylko kryteriów temperatury gleby do określenia terminu wylotu. Temperatury gleby trzeba brać łącznie z temperaturą powietrza i przyjąć, że wylot następuje, gdy temperatura gleby na głębokości 20 cm utrzymuje się na wysokości 14° , a średnia temperatura powietrza ustali się na poziomie 15° . Termin pojawu chrząszczy wypada w głównej swej masie przed wschodami ziemniaków, co sprzyja rozlotom. Mikromigracje chrząszczy odbywają się w kierunku najbliższych pól ziemniaczanych, a chrząszcze opanowują brzegi pól. Dalekie przeloty są związane z prądami powietrza, z rzeźbą terenu i szatą roślinną.

Płodność samic zimowych jest duża i może wynosić ponad 3000 jaj. W Polsce najwyższą płodność obserwuje się w pasie środkowym kraju, najniższą — na Wybrzeżu. Rozwój I pokolenia może trwać minimum 39 dni (inkubacja 8 dni, rozwój larw 11 dni, przepoczwarczenie 20 dni). Najszybciej rozwój zachodzi w Polsce środkowej, a najwolniej nad morzem. W zasadzie w Polsce jest jedno pokolenie; w lata o ciepłym klimacie i tylko w niektórych częściach kraju są 2 pełne pokolenia. Natomiast rzeczą powszechną jest występowanie larw II pokolenia, które giną jednak nie osiągnawszy pełnego rozwoju. Nasilenie II pokolenia jest w Polsce słabe. Największe nasilenie żeru stonki wypada na lipiec.

Schodzenie na zimowanie zaczyna się w połowie sierpnia, a masowe schodzenie ma miejsce w końcu sierpnia. To zjawisko łączy się z diapauzą, którą autor dokładnie precyzuje i analizuje. Na podstawie własnych badań i niektórych wyników zagranicznych autor stwierdza, że fotoperiodyzm ma duże znaczenie w powstawaniu diapauzy.

Następny rozdział poświęcony jest ekologii stonki. Omawiane są tu różne czynniki abiotyczne i biotyczne oraz ich wpływ na stonkę. Analizując wpływ temperatury na rozwój szkodnika autor więcej miejsca poświęca temperaturom efektywnym kwestionując słuszność przyjmowania sumy temperatur efektywnych jako jedynej podstawy do prognozowania rozwoju tego owada. Na rys. 42 i 43 pokazane są krzywe rozwoju w połączeniu z temperaturami efektywnymi. W konkluzji autor dochodzi do wniosku, że nie można brać do obliczeń średnich wielodziennych, a nawet średnich dobowych, które mogą kształtować się poniżej zera fizjologicznego ($11,5^{\circ}$), bowiem w pojedynczych godzinach dnia mogą istnieć czynne temperatury, pozwalające na rozwój. W oparciu o układ temperatur w Polsce autor opracował mapy (rys. 44, 45 i 46)

dające obraz sum temperatur efektywnych w Polsce, z których wynika, że są w kraju tereny, gdzie mogą rozwinąć się 2 pokolenia stonki.

Omawiając wpływ gleby na stonkę autor podaje wyniki badań, z których wynika, że najniższa śmiertelność stonki w czasie zimy ma miejsce w glebach umiarkowanie zwięzłych (tab. 13). Nadmiar wilgoci w glebie w czasie przepoczwarczenia wpływa na zmniejszenie płodności wyłęgłych samiec.

Wpływ światła na stonkę omówiony jest szeroko w oparciu o własne badania. Wynika z nich, że fotoperiodyzm decyduje o aktywności chrząszczy, ich płodności i zimowaniu. Ogólnie można powiedzieć, że w dniu długim owady są aktywne, samice składają dużo jaj, a organizm ich ulega wyczerpaniu, co prowadzi do wysokiej śmiertelności w czasie zimowania. W dniu krótkim następuje diapauza. Te zależności decydują o ilości pokoleń i o narastaniu populacji szkodnika.

Pożywienie jako czynnik ekologiczny rozpatruje autor pod kątem roślin pokarmowych i ich przydatności dla stonki. W tab. 15 podane są wyniki badań własnych, przeprowadzonych na 69 gatunkach i odmianach roślin z rodziny *Solanaceae*. Szerzej zajmuje się autor wpływem jakości pokarmu na fizjologię stonki stwierdzając, że wpływ ten zaznacza się wyraźnie, lecz nie polega na zawartości lipidów w liściach, jak to przyjmuje Łar c z e n k o, lecz że grają tu rolę raczej witaminy, specyfika białek czy też skład ilościowy kwasów tłuszczowych.

Omawiając rolę pasożytów, drapieżników i chorób na populację stonki, autor daje obszerny przegląd gatunków pożytecznych stwierdzając jednak, że rola ich jest raczej ograniczona. Autor rozpatruje zagadnienie biologicznej walki ze stonką na płaszczyźnie środowiska, jakim jest pole ziemniaczane. W świetle własnych badań autor dochodzi do wniosku, że opór środowiska jest słaby z uwagi na ubogi skład fauny pól ziemniaczanych.

W następnym rozdziale autor omawia rolę gospodarczą stonki ziemniaczanej w Polsce. Z przytoczonej tabeli 18 wynika, że Polska ma największą powierzchnię upraw tej rośliny. Rola stonki w Polsce jest zupełnie inna niż w większości krajów opanowanych już przez stonkę, ponieważ ziemniak spełnia u nas dużo większą rolę — zarówno w żywieniu ludności, jak w hodowli zwierząt czy w przemyśle. Stąd zainteresowanie tym owadem jest u nas bardzo duże. Szkodliwość stonki jest największa gdy silny żer nastąpi wcześniej. W zakończeniu tego rozdziału podany jest udział Polski w międzynarodowych komisjach do walki ze stonką.

Ostatni rozdział poświęcony jest zwalczaniu szkodnika. Po historycznym zarysie rozwoju metod walki ze stonką autor przechodzi do najnowszych osiągnięć walki chemicznej, agrotechnicznej i biologicznej.

Omawiając walkę chemiczną autor omawia znaczenie i skuteczność różnych insektycydów stosowanych w zwalczaniu stonki na roślinach i w glebie. Więcej uwagi poświęca autor kwestii podatności stonki na trucizny w zależności od stanu fizjologicznego szkodnika. Podstawowy materiał dowodowy do tego tematu zawarty jest w tabeli 23. W oparciu o te badania autor stwierdza, że wraz ze wzrostem zawartości lipidów w ciele stonki wzrasta jej odporność na insektycydy. W zakończeniu rozważań nad rolą walki chemicznej autor zajmuje się kwestią odporności stonki na trucizny. W świetle badań będących jeszcze w toku wynika, że owady podtrute DDT mają, po wyzdrowieniu, wyższą płodność. W związku ze stosowaniem środków chemicznych omówiona jest technika od najstarszych przyrządów do najnowszych atomizatorów samolotowych i wytwornic aerozoli.

Opisując rolę zabiegów agrotechnicznych autor zajmuje się kwestią walki z samosiewami jako ukrytym miejscem rozmnażania szkodnika, stosowaniem pasów chwytnych do wyłapywania chrząszczy po ich wyjściu z ziemi na wiosnę oraz hodowlą odmian odpornych. Autor zwraca uwagę na konieczność położenia większego nacisku na hodowlę odmian odpornych, ale nie wyłącznie w oparciu o zawartość w liściach glikoalkaloidów trujących. Czynniki odporności mogą być według autora: owłosienie liści, silna regeneracja, czy też niepełnowartościowość pokarmowa dla szkodnika na skutek innego składu ilościowego i jakościowego witamin, białek czy tłuszczów.

Wreszcie walka biologiczna omówiona jest pod kątem jej praktycznego stosowania. Autor zwraca uwagę na rolę niektórych drapieżników, których rola pożyteczna została w Polsce stwierdzona. Są to *Coccinellidae* i *Broscus cephalotes*. Z ptaków autor wymienia szpaka, który w ostatnim roku okazał się po raz pierwszy tępicielem chrząszczy w warunkach naturalnych. Lepsze rezultaty rokuje choroby grzybkowe. *Beauveria* dała dobre wyniki w walce z larwami i chrząszczami stonki.

Na zakończenie rozdziału omawiającego metody walki autor podaje technikę likwidacji ognisk stonki ziemniaczanej w Polsce, podkreślając kompleksowy jej charakter i pozytywne rezultaty. W oparciu o wyniki prac badawczych można mieć pewność, że stonka nie przyniesie strat rolnictwu z tym zastrzeżeniem, że wyniki nauki będą ściśle i dokładnie zastosowane w polu.

LITERATURA

1. Achremowicz, J. — 1955 — Badania nad możliwością hodowli stonki ziemniaczanej na dzikich *Solanaceae*. Postępy Nauk Rolniczych, 6, PWRiL, pp. 114—116.
2. Ahlberg, O. — 1950 — Kolorados kalbagger, paträffad i Göteborgs hawen. Uaxtskyddsnotiser. Nr. 4.

3. Alfaro, M. A. — 1941 — La progression du doryphore dans le pays. Monit. Inf. Prot. Plant. Roma, XV. n. 9, str. 162–163.
4. Alfaro, M. A. — 1943 a — La invasion del escarabajo de la patata all'iniarse de la campana de 1943. Bol. Pat. Veg. Ent. Agric., Madrid, CII.
5. Alfaro, M. A. — 1943 b — El escarabajo de la patata y el clima. Bot. Pat. Veg. Ent. Agric. 12, 45–76 Madrid.
6. Alfaro, M. A. — 1943 c — Un ciclo desarrollo en el escarabajo de la patata. Bol. Pat. Veg. Ent. Agric. 12, pp. 9–30. Madrid.
7. Alfaro, M. A. — 1949 — Algunas aspectos de la biologia del escarabajo de la patata (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Bol. Pat. Veg. Ent. Agric. (1948), 96, 91–104, Madrid.
8. Andrianowa, N. S. — 1948 — Wlijanije swieta na rost i razwitiye dubowego szejkopriada. Sb. Kultura dubowego szejkopriada w SSSR. pp. 38–47.
9. Beran, F. — 1944 — Die Resistenz des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say) gegen Begasungsmittel. Sonderdruck aus dem Reich — Pflanzenschutzblatt. 2 Jahrg. Nr. 6, 5, 86.
10. Beran, F. — 1948 — Auftreten und Bekämpfung des Kartoffelkäfers in Österreich. Pflanzenschutz — Berichte, II, 3/4, pp. 48/52.
11. Beran, F. — 1949 — Auftreten und Bekämpfung des Kartoffelkäfers in Österreich im Jahre 1949, maszynopis od autora.
12. Beran, F. — 1955 — Auftreten und Bekämpfung des Kartoffelkäfers in Österreich im Jahre 1954. Pflsch. Ber. T. 14, Nr. 1/4, Januar.
13. Beran, F. — 1958 — Auftreten und Bekämpfung des Kartoffelkäfers in Österreich im Jahre 1957. Pflanzenschutz Berichte, Band XX, H. 1/2, pp. 20–26.
14. Berek, Komfe, Lambert — 1951/52 — Vernichtung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata*) durch Vögel. Jahresber. d. Vogelkunde. Beobachtungsstation „Unterrhein“. 25 Jahresbericht Frankfurt am Main — Schwanheim.
15. Bieri, W. — 1942 — Biologische Bekämpfung des Koloradokäfers durch die Tierwelt. Zeitschrift f. Ornithologie, 52, Stettin.
16. Boczkowska, M. — 1945 a — Recherches sur les affinités assistant entre le doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say) et diverses variétés polonaises de pomme de terre première partie: essais à Versailles. Ann. des Epiphyt. u. s., 11, pp. 191–221.
17. Boczkowska, M. — 1945 b — Acad. d'Agr. de France. Comt. Rend. 31, Seance du 18 Avril.
18. Boczkowska, M. — 1946 — Resistance de differentes varieties de pomme de terre vis-à-vis des attaques printoniées du Doryphore. Soc. Ent. de France Bul. 51, pp. 42–44.
19. Boczkowska, M. — 1948 — Stonka ziemniaczana i jej zwalczanie. Referat wygłoszony na konferencji w Opolu. Maszynopis.
20. Bodine, J. H. — 1932 — Hibernation and diapause in certain Orthoptera. III — Diapause. A theory of its mechanism. Physiol. Zool. 5, pp. 534–554, Chicago.
21. Bogdanow-Katkov, N. N. — 1947 — Koloradskij kartofielnyj žuk. Ogiz — Selchozgiz.
22. Bondarenko, N. W. — 1950 — Wlijanije ukoroczennoego dnia na godicnyj cikl razwitiya pautinnogo kleszczika. Dokl. Akad. Nauk SSSR, 70, Nr 6, pp. 1077–1080.
23. Böhm, D. — 1951 — Über die Wirkung vom p-p Dichlorodiphenylotrichloroethan (DDT) auf Insecten unter besonderer Berücksichtigung der Abhängigkeit der

- Kontaktgiftwirkung vom Bau des Insectenintegumentes. Pflanzenschutzberichte Nr. 3/4, Wien.
24. Bonnemaison, L. — 1945 — Artéts de développement et diapauses. Ann. Epiphyt. (N. S.) 11, pp. 19–56, 10 Fig. Paris.
25. Bourgeois, J. — 1875 — Notes sur le *Doryphora decemlineata*. Bull. Soc. Amis. Soc. nat. Rouen.
26. Brcák, J. — 1950 — Lze predvidat vyskyt nových ohnisek mandelinky bramborové? Entomologické listy (Folia entomologica) XIII, pp. 1–5.
27. Breitenbecher, J. K. — 1912 — The water contents and activity of animal organism. Yearb. Carn. Inst. Publ. Washington 11, pp. 71–72.
28. Breitenbecher, J. K. — 1911 — The hibernation of a desert beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Yearb. Carn. Inst. Publ. Washington, 10, pp. 55.
29. Breitenbecher, J. K. — 1918 — The relation of water to the behavior of the Potato Beetle in a desert. Append. Carth. Inst. Publ. Washington 263, pp. 341–384.
30. Breny, R. — 1939 — Influence des fruits de decembre 1938 sur l'hibernation du Doryphore en Belgique. Bull. Inst. Agron. Stat. Rech. Gembloux, 8, 2, 118–125.
31. Britz, L. — 1954 — Referat über den Aufbau der Insectenkuticula und den Eindringungsweg der Insecticide nach Arbeit von W. Pfaff. Insectizide Heutzutage. Veb. Verlag Volk u. Gesundheit, Berlin.
32. Buhr, H. — 1955 — Probleme der Kartoffelkäferresistenzzüchtung. Pflanzenschutzkongress Berlin 11–16 Juli 1955. Kongressbericht, Berlin.
33. Burkackaja, E. N. — 1956 — Toksikologija jadochimikatow, primieniaemych dla borby s koloradskim žukom i higieniczeskaja ocenka usłowij truda pri ich primienienii. Ref. na Konf. Międzynarodowej Komisji Stonki Ziemi. przy Akad. Nauk SSSR w Moskwie.
34. Burda, N. I. — 1956 — Wlijanije wniesiennych w poczwu chemicznych preparatow na razwitiye urożajnost' i wkusowyje kaczestwa owoszcznych kultur i kartofiela.
35. Busnel, R. G. — 1939 — Études physiologiques sur le *Leptinotarsa decemlineata* Say. E la Francois, Paris.
36. Caesar, L. — 1913 — Arsenite of zine as substitute for Arsenate of Lead. Ann. Rep. Ent. Soc. Ontario, Toronto, pp. 87–92.
37. Cousin, H. — 1932 — Etude experimentale de la diapause des insectes. Bull. Biol., supp. 15, pp. 341.
38. Chappelier, A., Raucourt, M. — 1936 — Les oiseaux et le Doryphore. Ann. des. Epiphyt. et de Phytogenetique. Tom II, Fasc. 2.
39. Chauvin, R. — 1945 — Premier essais de purification de la substance qui attire le Doryphore vers les feuilles de pommes de terre. C. R. Acad. Sc. 221–713.
40. Chauvin, R. — 1952 — Nouvelles recherches sur les substances, qui attirent le Doryphore vers la pomme de terre. Annales des Epiphyties. Vol. 3, pp. 303–308.
41. Chittenden, F. H. — The Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say). U. S. Dep. Agric. Bul. Ent., Cive Et., p. 15.
42. Chittenden, F. H. — The Colorado potato beetle migrating to the Pacific Coast. J. Econ. Entom. VII, 1, pp. 152.
43. Chun-Teh-Chin — 1950 — Studies on the physiological relations between the larvae of *Leptinotarsa decemlineata* Say and some *Solanaceous*. Tidjsekr. Pfl. Zicht. 56, 1–88, Wageningen.

44. Colorado beetle in England during the war. Agriculture August 1945, Vol. LII, No. 4, pp. 210–215. Colorado beetle in England in 1945. Agriculture. Juni 1946. Vol. LIII, No. 2, pp. 129–133.
45. Criddle, N. — 1917 — Precipitation in relation to insect prevalence and distribution.
46. Cutcomp, L. K. — 1955 — Recent trends in insecticide research. Transactions, Amer. Ass. of Cereal Chemists. Vol. XIII, No. 2, June, pp. 83–107.
47. Czarnecki, Z., Górny, M. — 1958 — Obserwacje nad niszczeniem stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say) przez szpaki. Biuletyn Instytutu Ochrony Roślin, Nr. III, Poznań, pp. 31–34.
48. Czigariw, G. A. — O chemicznym metodzie borby s koloradskim żukom (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Koloradskij żuk i miery borby s nim. Sbornik 1 Akad. Nauk SSSR. Moskwa, pp. 73–93.
49. Danilewskij, A. S. — 1948 — Fotoperiodическая реакция насекомых в условиях искусственного освещения. Докл. Akad. Nauk SSSR 60, Nr 3, pp. 481–484.
50. Danilewskij, A. S. — 1956 — Fotoperiodizm, kak regulator sezonnoj ciklicznosti nasiekomych. Czt. pam. N. A. Cholodkowskogo 1954–1955, Akad. Nauk SSSR, pp. 32–55.
51. Danilewskij, A. S., Glinjanaja, E. I. — 1950 — O wlijanii ritma oswiezczenija i tiempieratury na wozniknowienije diapauzy u nasiekomych. Dokl. Akad. Nauk. SSSR, 71, Nr. 5, pp. 963–966.
52. Decoppet, M. — 1920 — Le Hanneton. 130 pp. Lausanne.
53. Della Beffa, G. — 1946 — Osservazioni sulla diffusione della Dorifora., Oss. Trit., Torino.
54. Della Beffa, G. — 1947 — La infestazione doriforica in Piemonte. 1946. Ann. Acad. Agric. 89, 8, Torino.
55. Dieuzeide, R. — 1926 — Le Beauveria effusa (Beauveria) Vuill. parasite du Doryphore de la pomme de terre. Rev. Zool. Agric. Appl. XXV ref. J. Appl. Entomol. Ser. A. XV. 102.
56. Dunn, E. — 1948 — A method of distinguishing between young and old Colorado Beetles. Nature, 162, 4106 :75.
57. Dunn, E. — 1951 — Wing coloration as a means of determining the age of the Colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Ann. appl. Biol., 38, 2, 433–434.
58. Faber, W. — 1949 — Biologische Untersuchungen zur Diapause des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Pflanzenschutz — Berichte, III, H. 5.6, pp. 65–94, Wien.
59. Faber, W. — 1957 — Zur Kenntnis einer schwarzen Mutante des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Untersuchungen zur Vererbungsbiologie und histologische Untersuchungen am Integument. Pflanzenschutz Berichte, XIX, Jubiläumsheft pp. 74–110.
60. Ferrière, Ch., Defago, G., Roos, K. — 1944 — La lutte contre la Doryphore de 1923 à 1943. Berne, pp. 148.
61. Feytaud, J. — 1923–1938 — Recherches sur le Doryphore. Ann. d. Epiphyt. Paris, IX, 4, 1923, XVI, 6, 1930, XVIII, 1–2, 1932, N. S. III, 1, 1937, V, 1938.
62. Feytaud, J. — 1925 — Le Doryphore et les poules. Rev. Zool. Agric. Appl. XXI, 3, Bordeaux.
63. Feytaud, J. — 1937 — Recherches sur le Doryphore. III Causes des réductions naturelles. A un. Epiphyt. (N. S.) 3, pp. 35–97, Paris.

64. Feytaud, J. — 1939 — Les ennemis naturels du Doryphore en Europe. Verh. VII Intern. Kongress f. Entomologie, IV., Berlin.
65. Fink, D. E. — 1925 — Physiological studies on hibernation of the potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say. Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. XLIX, 5, 381–496. Woods Holl, Mass.
66. Gejspic, K. F., Kjaø, N. N. — 1953 — Wlijanije dlitelnosti oswieszczenia na razwitiye niekotorych najezdnikow (*Hymenoptera*, *Braconidae*). Entomolog. Obozr. XXXIII, pp. 32–35.
67. Gerber, R. — 1949 — Welche Tiere verzehren Kartoffelkäfer. *Leptinotarsa decemlineata* Say? Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutzd. 3, H. 11 12, Neue Folge, Berlin — Kleinmachnow.
68. Gibson, A., Corham, R. P., Hudson, H. F., Flock, J. A. — 1925 — The Colorado potato beetle in Canada. Canada Dep. Agric., Bull. 52. n. s.
69. Gimmingham, C., Thomas, L. — 1948 — Agriculture, May. Vol. Lv. N. 3.
70. Gimmingham, C., Thomas, L. — 1949 — Colorado beetle in England. 1948. Agriculture, 56, 2, pp. 65–70.
71. Gimmingham, C., Thomas, L. — 1950 — Colorado beetle in England — 1949. Agriculture, 57, 3, pp. 134–137.
72. Gimmingham, C., Thomas, L. — 1953 — Colorado beetle in Britain. Brit. Agr. Bull. 1949/50, 2, 5, pp. 249–253.
73. Gleiss, H. G. W. — 1955 — Hexamermis cornuta Gleiss i l. (*Nemat. Mermith*) ein Parasit des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Nachrichtenbl. f. d. deutsche Pflanzenschutzdienst. H. 3. Berlin.
74. Goldschmidt, R. — 1927 — Physiologische Theorie der Vererbung. Springer, Berlin.
75. Goldschmidt, R. — 1932 — Untersuchungen zur Genetik der geographischen Variation V. Analyse der Überwinterungszeit als Anpassungscharakter. Arch. Entw. Mech. 126, pp. 674–768. Berlin.
76. Goryszin, N. I. — 1956 — O fotoperiodiczeskoj reakcji koloradskogo žuka (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Doklady Akademii Nauk SSSR, T. 109, N. 1., pp. 205–208.
77. Gradojewicz, M. — 1951 — The first appearance of the potato beetle in Jugoslavia and its control in the year 1946. Plant. Prot. 4, pp. 18–34.
78. Grison, P. — 1939 a — Notes écologiques sur le Doryphore et éléments pour les pronostic d'invasion quelles promettent. Verh. VII. Intern. Kongr. Ent. 1938, 4, 2663–2668. Berlin.
79. Grison, P. — 1939 b — Recherches sur le déterminisme de la sortie printanière du Doryphore. Rev. Zool. Agric. 38, pp. 26–29. Bordeaux.
80. Grison, P. — 1944 — Remarques sur le phénomènes de diapause vraie observés en stade imaginal chez le Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say). C. R. Acad. Sci. 218. Paris.
81. Grison, P. — 1948 — Influence de la temperature sur l'activité du Doryphore en stade imaginal. VIII Congr. Intern. Entom. 1948.
82. Grison, P., Chevalier, M. — 1945 — Les sorties hivernales de Doryphores adultes. Acad. Agric. France. Procès verbal de la Séance du 18 Avril, 3 pp.
83. Grison, P., Le Berre, J. R. — 1952 — Études ecologiques poursuivies en 1951 sur le Doryphore. Pomme Terre fr. Nr. 154, pp. 3.
84. Grison, P., Le Berre, J. R. — 1954 a — Observations concernant l'en-

fouissement estival naturel du doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say) au course des cinq dernière années. C. R. Acad. Agric. Fr. T. 40, Nr. 7, pp.257.

85. Grison, P., Le Berre, J. R. — 1954 b — Variabilité de la durée des périodes d'entrée en diapause chez le doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say) Coleop. Chrysomel. C. R. Acad. Sci. t. 238, 31 Mai, pp. 2195—2197.

86. Guyenot, E. — 1930 — La variation et l'évolution. pp. 55, Paris.

87. Hase, A. — 1949 — Massenflüge des Kartoffelkäfers in Oberitalien. Nachrichtenblatt. Dr. Pflanzenschutz 3, 7/8 :155.

88. Hauf, M. — 1951 — Kartoffelkäferwanderung. Pflanzenschutzber. T. 6, 7/3, pp. 126—127.

89. Hazen, R. N. — 1865 — Colorado Beetle. Semi-Weekli Tribune No. 6, New York.

90. Heller, J. — 1926 — Chemische Untersuchungen über die Metamorphose der Insekten. Biochem. Zeitschr. 172, pp. 74—81.

91. Herber, N. — 1949 — Die Biologische Bekämpfung des Kartoffelkäfers vom Standpunkt des Vogelschutzes, angesehen. Die Vögel der Heimat, 19, Heft 12, Aarau.

92. Hesse, G., Meier, R. — 1948 — Über einen Wirkstoff als Ursache der Monophagie des Kartoffelkäfers. Diss. Friburg.

93. Hesse, G., Meier, R. — Über einen Stoff der bei der Futterwahl des Kartoffelkäfers eine Rolle spielt. Angew. Chemie. 62, pp. 502—506.

94. Hopf, M. — 1952 — Schwarzfleckenkrankheit des Kartoffelkäfers durch *Beauveria* Befall. Nachrichtenbl. für d. deutsche Pflanzenschutzdienst. Heft 5, pp. 86. Berlin.

95. Iddings, A. — 1932 — Control of the Colorado potato beetle. Idaho Coll. Agric. Extens. Circ. 42.

96. Isely, D. — 1935 — Variations in the seasonal history of the Colorado potato beetle. Journ. Kansas. Ent. Soc. 8, 4, 142—145.

97. Jermy-Sáringier — 1954 — Ujabb eredmények a burgonyabogárkutató's teren. A növényvedelem időszerű kérdései, 3, sz. p. 1—14.

98. Jermy-Sáringier — 1955 a — A burgonyabogár. Mezőgazdasági Kiadó Budapest.

99. Jermy-Sáringier — 1955 b — Die Rolle der Photoperiode in der auslösung der Diapause des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say) und des amerikanischen weissen Bärenspinner (*Hyphantria cunea* Drury). Acta Agronomica Acad. Sci. Hungariae Tomus V, Fasc. 3—4, pp. 419—440.

100. Johnson, P. M., Ballinger, A. M. — 1916 — Life history studies of the Colorado Potato Beetle. J. Agric. Res. 5, pp. 917—926. Washington.

101. Kaczmarek, W. — Z badań nad naturalną redukcją populacji *Leptinotarsa decemlineata* Say w warunkach polowych. Ekologia Polska, Seria A, Tom II, Nr 6, Warszawa, pp. 109—179.

102. Kaplaneck, P. — 1953 — Beobachtungen über Melanismus beim Kartoffelkäfer. Nachrichtenbl. D. Pflanzenschutz, 7, 3, 56—58.

103. Karczewski, B. — Zwalczenie stonki ziemniaczanej przy pomocy samolotów w roku 1954. Roczniki Nauk Rolniczych. T. 74-A-2, pp. 437—448.

104. Klein-Krauthaim — 1950 — Über die Überwinterung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say) und sein Erscheinen im Frühling in einem Beziehung zu meteorologischen Faktoren. Nachrichtenbl. d. D. Pflanzenschutzd. Nr. 11, pp. 165.

105. Kogure, M. — 1933 — The influence of light and temperature on certain characters of the silkworm. Journ. Dep. Agric. Kynshu Imp. Univ. 4, pp. 1–93.
106. Kowalska, T. — 1957 — Wpływ stanu fizjologicznego na zimowanie stonki ziemniaczanej. Roczniki Nauk Rolniczych. T. 74, Seria A, Z. 2. pp. 453–460, PWRiL, Warszawa.
107. Kozłowski, S. — 1937 — Sur le décalage des générations du *Leptinotarsa decemlineata* Say, en milieu artificiel. Epiphyt (N. S.) 3, pp. 99–111. Paris.
108. Krzymańska, J. — 1959 — Zagadnienie wpływu nienasyconych kwasów tłuszczowych na rozwój stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Prace Nauk. Inst. Ochr. Roślin Nr 1.
109. Kühn, R., Löw, J. — 1947 — Über Demissin, ein Alkaloidglykosid aus den Blättern von *Solanum demissum*. Chem. Ber. 80, S. 406–410.
110. Kühn, R., Löw, J., Gauche, A. — 1950 — Über das Alkaloidglykosid von *Lycopersicum esculentum* var. *pruniforme* und seine Wirkung auf die Larven des Kartoffelkäfers. Chem. Ber. 83, S. 448–452.
111. Langenbuch, R. — 1950 — Fütterungsversuche an Jungamseln mit Vollkerfen und Larven des Kartoffelkäfers. Nachrichtenbl. des. Deutschen Pflanzenschutzd., 2, Nr. 12, Berlin-Dahlem.
112. Langenbuch, R. — 1951 — Quantitative Untersuchungen über die Frassgiftwirkung des Hexachlorocyclohexans und des DDT. Nachrichtenbl. d. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 3, 12, pp. 177–185.
113. Langenbuch, R. — 1952 — Ist das Fehlen eines „Frasshöffes“ oder das Vorhandensein eines „Vergallungs stoffes“ die Ursache für die Resistenz der Wildkartoffel *Solanum chacoense* Bitt. gegenüber dem Kartoffelkäfer? Z. Pflanzenkrankheiten, 6, pp. 179–189.
114. Langenbuch, R. — 1954 — Zur Frage der Ursache für die Resistenz von Insekten gegenüber lipoidlöslichen Insektiziden. Naturwissenschaften. Nr. 3.
115. Langenbuch, R. — 1955 — Untersuchungen über die Ursache der unterschiedlichen DDT — Empfindlichkeit der L_4 — Larven des Kartoffelkäfers. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheit (Pflanzenpath.) und Pflanzenschutz. 62. Nr. 8, 9.
116. Łakocy, A. — Wpływ chlorindanu i HCH na plonowanie roślin uprawnych. Roczniki Nauk Rolniczych. T. 74 — A — 2. PWRiL. Warszawa, pp. 460–466.
117. Łakocy, A. — 1958 — Przyczynek do badań nad ubocznym działaniem HCH ze szczególnym uwzględnieniem jego wpływu na żyzność gleby. Biuletyn Instytutu Ochrony Roślin Nr II, Poznań, pp. 168–189.
118. Lees, A. D. — 1953 — The significance of the light and dark phase in the photoperiodic control of diapause in *Metatetranychus ulmi* Koch. Ann. Appl. Biol., 40, Nr. 3, pp. 487–497.
119. Liebetrau, A. — Versuche mit Kartoffelkäferparasiten *Beauveria bassiana*. Nachrichtenbl. für d. deutsch. Pflanzenschutzdienst. Heft. 5, pp. 86, Berlin.
120. Lindfors, T. 1951 — Koloradoskalbaggen situationen i Europa just nu. Växtskyddnotiser., 213, pp. 42–44.
121. Lisner, H. und Beck, W. — 1955 — Über ein Vorkommen parasitischer Würmer beim Kartoffelkäfer in Ober-Österreich. Anzeiger f. Schädlingkunde. H. 2. pp. 20.
122. Luscher, G. — 1939/40 — Koloradokäfer und Vogelschutz. Die Vögel der Heimat, 8, 10, Aarau.
123. Łarzenko, K. I. — 1955 a — Kriticzeskij obzor zarubiežnoj literatury po woprosam biologii koloradskogo žuka (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Kolorad-

- skij żuk i miery borby s nim. Sbornik 1, Izdatielstwo Akadiemii Nauk SSSR, Moskwa, pp. 7-41.
124. Łarczenko, K. I. — 1955 b — Pitaniye i diapauza koloradского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say). j. w. pp. 42-59.
125. Łarczenko, K. I. — 1958 — Warunki żywienia i diapauza stonki ziemniaczanej. Roczniki Nauk Rolniczych, T. 78, Seria A, Zeszyt 1, pp. 1-26.
126. Łarczenko, K. I. — 1958 — Długość rozwoju stonki ziemniaczanej w zależności od temperatur. Roczniki Nauk Rolniczych, T. 78, seria A, zeszyt. 1, pp. 27-42.
127. Machatschke, J. W. — 1953 — Zur Variabilität von *Leptinotarsa decemlineata* Say. Beitr. Entomol., 3, 3, 304-311.
128. Mackiewicz, S. — 1958 — Zwalczanie samosiewów ziemniaczanych. Roczniki Nauk Rolniczych. T. 78, Seria A, zeszyt 1, pp. 123-140, PWRiL, Warszawa.
129. Mackiewicz, S. — 1957 — Zagadnienia agrotechniczne przy zakładaniu pól i pasów chwytnych. Roczniki Nauk Rolniczych. T. 74, Seria A, Zeszyt 2, pp. 449-452. PWRiL, Warszawa.
130. Mackiewicz, S., Turowski, W. — 1957 — Wrażliwość różnych odmian ziemniaków na uszkodzenie masy zielonej. Roczniki Nauk Rolniczych. T. 74, Seria A, Zeszyt 2, pp. 421-434.
131. Mail, G. A., Salt, R. W. — 1939 — Temperature as a possible limiting factor in the Northern spread of the Colorado potato beetle. Journ. Econ. Ent., XXVI, 6, 1068-1075.
132. Markowicz, S. — 1924 — New insecticides for the mexican bean beetle and other insects. Tenn. Agric. Export. St., Bull. 131, Knoxville, Tenn., Oct.
133. Markowicz, S. — 1926 a — Supplementary investigations of the fluorosilicates as insecticides with observations on the effects heat and Drouth on the Mexican Bean Beetle. Tenn. Agric. Exp. St., Bull. 134, Knoxville, Tenn. Jan. pp. 13.
134. Markowicz, S. — 1926 b — The toxic values of cartian fluorides. J. Econ. Ent., XIX, Nr. 5, pp. 795-796, Geneva, N. Y.
135. Markowicz, S. — 1928 — Studies an toxicity of fluorine compounds. Tann. Agric. Exp. St., Bull. 139, pp. 48, Knoxville, Tenn. March.
136. Materiały Delegacji CSR na Międzynarodową Konferencję Ochrony i Kwarantanny Roślin z lat 1949-1954.
137. Materiały Delegacji NRD na Międzynarodową Konferencję Ochrony i Kwarantanny Roślin z lat 1951-1954.
138. Materiały Delegacji Rumunii na Międzynarodową Konferencję Ochrony i Kwarantanny Roślin z lat 1951-1954.
139. Materiały Delegacji Węgier na Międzynarodową Konferencję Ochrony i Kwarantanny Roślin z lat 1951-1954.
140. Materiały Delegacji ZSRR na Międzynarodową Konferencję Ochrony i Kwarantanny Roślin z lat 1949-1954.
141. Mayne, R. — 1939 — L'experience agenise par quatre annés d'invasion doryphorique. Verk. VII. Int. Kongr. Ent. Berlin 1938, 4, pp. 2690-2694.
142. Mc Indo, N. E. — 1926 — An insect olfactometer. Journal Econ. Ent. XI. No. 3, pp. 545-571. Geneva, N. J.
143. Mc Indo, N. E. — 1935 — The relative attractiveness of certain solanaceous plants to the Colorado potato beetle. Ent. Soc. Wash. Proc. 37. No 2, pp. 36-42, Washington.
144. Melis, A. — 1950 — Cenni storici sulla compassa e diffusione referimento alli Italia. Redia, 35, 185-204.

145. Metcalf, Flint — 1928 — Destructive and useful insects. New-York.
146. Miksiewicz, M. — 1948 — Materiały do poznania bioekologii stonki ziemniaczanej w Polsce. Polskie Pismo Entomologiczne. T. XVIII, Zesz. 2-4, pp. 276-311, 1939-1948.
147. Miksiewicz, M. — 1957 — Potencjał toksyczny arsenianu wapnia w zależności od średnicy jego cząstek w świetle doświadczeń ze stonką ziemniaczaną. Roczniki Nauk Rolniczych, T. 74-A-2, pp. 393-419, PWRiL, Warszawa.
148. Mitchner, A. F. — 1949 — Chlorinated Camphene, Chlordan, DDT and Calcium Arsenate compared for the control of the Colorado potato beetle. Journ. Econ. Entom., 42, pp. 152-153.
149. Mitchner, A. F. — 1950 — Comparison of recent insecticides with Calcium Arsenate for control of potato insects. Journ. Econ. Entom., 43, pp. 176-178.
150. Mühlow, J. — 1949 — Danmark i komp mot Koloradoskalbaggen. Växtskyddsnötiser, nr. 5.
151. Müller-Using — 1951 — Nehmen unsere Wildhuhnarten Kartoffelkäfer auf. Wild und Hund. 54, 13, Hamburg.
152. Nagnauer, W., Günthart, R. — 1952 — Geschmackbeeinflussung und Abbau von Hexa-Präparaten in einen Ackerboden. Techn. Orient. Mag. Nr. 44 vom 24. I.
153. Natzl, O. — 1947 — Vorstudien und Beobachtungen über die Entwicklung des Kartoffelkäfers in Österreich. Pflanzenschutz Berichte 3-4.
154. Natzl, O., Böhm, H. — 1951 — Über ein sicheres Merkmal zur Unterscheiden der Eier von *Leptinotarsa decemlineata* Say und *Coccinella 7-punctata*. Pflanzenschutz Berichte. 6, H. 9/10, 131-133.
155. Nouveillier, G. — 1949 — Le bilan de quatre années de lutte contre le Doryphore en Jugoslavie. Beograd, IX. 1949.
156. Pacanowski, A. — 1956a — Z badań nad żuchwieniem głowaczem (*Brosus cephalothus* L.). Postępy Nauk Rolniczych., Nr 1, PWRiL, pp. 138, Warszawa.
157. Pacanowski, A. — 1956b — Z badań nad niektórymi gatunkami biedronek. Postępy Nauk Rolniczych, Nr 1, pp. 140, Warszawa.
158. Parker, H. L., Thomson, W. R. — 1927 — A contribution to the study of hibernation in the larva of the European cornborer (*Pyrausta nubilalis* Hubn.). Ann. Ent. Soc. America 20, pp. 10-22.
159. Patay, R. — 1935 — Sur un champignon (*Beauveria doryphorae*) parasite du Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Bull. Soc. Sci. Bretagne, XII. (1-2), pp. 62-66.
160. Persin, S. A. — 1954 — Wlijanije geksachlorana (GHCG) na poczwiennoje plodorodije i urożaj sielskochozjajstwiennykh kultur. Dok. Akad. Sielskochoz. Nauk., 4, pp. 29-31.
161. Piekarczyk, K. — 1955a — Badania nad nęcącym działaniem naci ziemniaczanej na stonkę ziemniaczaną (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Postępy Nauk Rolniczych, 6, PWRiL, pp. 112-114.
162. Piekarczyk, K. — 1955b — Wpływ gleby na zimowanie stonki. Postępy Nauk Rolniczych. Nr 6, pp. 110.
163. Pierzchalski, T. — Rozmieszczenie glikoalkaloidów w ziemniakach uprawnych, dzikich i ich mieszańcach w czasie wzrostu. Hodowla Roślin, Aklimatyzacja i Nasiennictwo, Tom 2, zeszyt 2, pp. 181-199.
164. Pierzchalski, T., Werner, E. — 1958 — Zmiany stężeń glikoalkaloidów w liściach ziemniaków uprawnych, dzikich i ich mieszańców w czasie wzro-

- stu oraz ich wpływ na stonkę ziemniaczaną. Hodowla Roślin, Aklimatyzacja i Nasiennictwo, Tom 2, zeszyt 2, pp. 157–180.
165. Prokoszew, S. M., Petroszenko, E. J., Baranowa, W. Z. — 1952 — Die Vererbung der Glykoalkaloide auf die Hybriden verschiedener Kartoffel-Arten. Ber. Akad. Wiss. Ud. SSR. 88, 457–460 (ros).
166. Riley, C. V. — 1871 — The Third Annual report of the State Entom. of Missouri.
167. Riley, C. V. — 1876 — Potato pest.
168. Riley, C. V. — 1892 — The Colorado potato — beetle in the South. U. S. Dept. Agric. Insect. life vol. I.
169. Riley, C. V. — 1923 — Comment le Doryphore envahit l'Amerique. Rev. Zool. Agric. Appl. XXII, No. 4, Bordeaux.
170. Robinson, W. — 1928 — Water conservation in insects. Journ. Econ. Entom. 1928.
171. Rusin, N. M., Andronowa, T. P., Saprionowa, I. N., Wasiliewa — 1959 — Gigieniczeskaja ocenka prodovolstwiennych kultur wyraszczennykh na poczwie obrabotannoj GHCG protiv kołoradskomu żuku. Trudy Mezhdunar. Sovieszcz. po izuczeniju kol. żuka i rozrabotkie mier. borby s nim. Izdat. pp. 117–122. Akademii Nauk SSSR w Moskwie.
172. Rogers, R. V. — *Doryphora 10-lineata*. Canad. Ent., vol. IV.
173. Roubaud, E. — 1928 — L'influence maternelle dans le determinisme de l'asthenabiose acylique. Metagonie et reactivants metagoniques. C. R. Acad. Sc. 136, pp. 1236–1238.
174. Ruszkowska, I. — Z obserwacji biologicznych nad stonką ziemniaczaną (*Leptinotarsa decemlineata* Say) w roku 1947 w Irenie koło Dębłina. Polskie Pismo Ent. T. XIX, z. 3–4, pp. 200–207.
175. Ruszkowski, J. — 1948 — W poszukiwaniu wrogów naturalnych stonki ziemniaczanej. Przegląd Rolniczy, Nr 11, Warszawa.
176. Say, T. — 1824 — Journal of Acad. of Nat. Sciences of Philadelphia, vol. III.
177. Schaper, P. — 1938 — Das Verhalten verschiedener Wildspecies gegen den Kartoffelkäfer. nitt. Biol. Reichsanst., 58, pp. 55–60.
178. Schanz, M. — 1953 — Der Geruchssinn des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Zeitschr. f. vergl. Physiologie. 35, pp. 353–379.
179. Schrader, G. — 1951 — Die Entwicklung neuer Insectizide auf Grundlage organischer Fluor und Phosphor-Verbindungen. Monogr. angew. Chemie 62, Weinheim.
180. Schreiber, K. — 1954 — Solanum-Alkaloide. I. Mitteil Solacaulin, ein neues Glycoalkaloid aus den Blättern von *Solanum acaule*. Chemische Berichte, H. 7, Jahrg. 87, S, pp. 1007–1010.
181. Schreiber, K. — 1955 a — Partialsynthese einiger Glyco-Steroidalkaloide Solanum — Alkaloide II. Mitteil. Angew. Chemie, 67 Jahrg., Nr 4, pp. 127.
182. Schreiber, K. — 1955 b — Solanum — Alkaloide. Die Pharmacie, Jahrg. 10. H. 6, pp. 379–386.
183. Schreiber, K. — 1956 — Die Bedeutung der Solanum-Alkaloide für die Kartoffelkäferresistenz. Die Kulturpflanze Beiheft 1, Biochemie d. Kulturpflanzen. Akad. Verl. pp. 239–246.
184. Schreiber, K. — 1957 — Biochemie und Physiologie der Alkaloide. Abhandlungen d. Deutsch. Akad. d. Wiss. zu Berlin. Klasse für Chemie, Geologie und Biologie, Nr. 7, Jahrg. 1956, pp. 143–156.

185. Schreiber, K. — 1958 — Die Alkaloide von *Solanum dulcamara* L. *Planta Medica*, 6 Jahrg., Heft 1, April, pp. 93–96.
186. Schwarz, M. — 1938 — Deutsche Kartoffelkäferforschung in 1938. *Nachrichtenbl. d. Deutsch. Pflanzenschutzd.* 18, 45, Berlin.
187. Schwarz, M., Müller, K. — 1938 — Untersuchungen über die Kartoffelkäferwiderstandsfähigkeit von Kartoffelwildformen und von Kreuzungen solcher Wildformen mit Kulturformen. *Mitt. Biol. Reichsanst.*, 58, pp. 47–54.
188. Schwarz, E. — 1948 — Wirkung von Staubgesarol auf Imagines des Kartoffelkäfers. *Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutz.* 2 (N. F.) Nr. 10/11.
189. Schwarz, E. — 1951 — Nachwirkungen einer insektiziden Behandlung bei Vollinsekten des Kartoffelkäfers. *Nachrichtenbl. d. Deutsch. Pflanzenschutzd.* 5, 10, Berlin.
190. Schwarz, E. — 1956 — Kritische Darstellung der zur Bekämpfung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say) wirksamen chemischen Bekämpfungsmittel. Das Referat auf der Internationalen wissenschaftlichen Konferenz über Kartoffelkäfer in Moskau am 26. X. 1956. (maszynopis).
191. Sellke, K. — 1940 — Die natürlichen Feinde des Kartoffelkäfers und ihre praktische Bedeutung. *Nachrichtenbl. f. d. Deutsche Pflanzenschutzdienst.* 20, H. 10, Berlin-Dahlem.
192. Siemaszko, W. — 1935 — *Studia nad grzybami owadobójczymi Polski.* *Arch. Nauk. Biol. Tow. Nauk. Warsz.* Tom VI, zeszyt 1, pp. 1–83.
193. Small, T. — 1948 — Colorado beetle in Jersey in 1947. *Agriculture*, Vol. LIV, No. 12, March.
194. Sokołowski, J. — 1955 — Czy szpak jest tępicielem stonki. *Wszechświat*, 4, Warszawa.
195. Stacherska, B., Łakocy, A., Szczepańska, K. — 1957 — Badania nad podatnością różnych stadiów stonki na trucizny w zależności od stanu fizjologicznego. *Roczniki Nauk Rolniczych*, T. 74, Seria A. Zeszyt 2, pp. 468–469. PWRiL, Warszawa.
196. Stuart — 1923 — *The potato.* Philadelphia.
197. Szczepski, J. B. — 1957a — Badania nad rolą ptaków w zwalczaniu stonki ziemniaczanej w Polsce. I. Próby żywienia młodych szpaków (*Sturnus vulgaris* L.) stonką ziemniaczaną. *Roczniki Nauk Rolnicz.*, T. 74, seria A, zeszyt 2, pp. 483–493, PWRiL, Warszawa.
198. Szczepski, J. B. — 1957b — Badania nad rolą ptaków w zwalczaniu stonki ziemniaczanej w Polsce. II. Próby żywienia starych bażantów (*Phasianus colchicus* L.) stonką ziemniaczaną. *Roczniki Nauk Rolniczych*, T. 74, seria A, zeszyt 2, pp. 494–499, PWRiL, Warszawa.
199. Szymański, S., Zwolińska, Z. — 1958 — Badania zawartości niektórych składników w liściach ziemniaków. *Rocz. Nauk Roln.* Tom 78, A. 1, pp. 159–176.
200. The fight against Colorado beetle. 1956. *Agriculture* Juni 1947, vol. LIV, No. 3, pp. 121–124.
201. Thiem, E. — 1951 — Untersuchungen über die Giftenpfindlichkeit der Kartoffelkäferlarven in Abhängigkeit vom Entwicklungs zustand. *Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutz* No. 5, Berlin.
202. Thögersen, A. — 1949 — De Første Forkomster of koloradobiller in Danmark. *Ugeskrift. f. Landmaend*, 40, 682, 84.
203. Tostanowskaja, A. A., Serebrianaja, S. G., Antonowicz, E. A. — 1959 — Rezultaty i dalnieszije perspektivy issledowanij chemiczeskich primieniajemych w borbie s koloradskim žukom i piszeziowych produktow pod-

wiergszichsia ich wozdiejstwiu. Trudy Meždunar. Sowieszcz. po izucz. koł. żuka i rozrab. mier. borby s nim. Izdat. Akademii Nauk SSSR w Moskwie, pp. 122–130.

204. Tower, N. L. — 1900 — On the origin and distribution of *Leptinotarsa decemlineata* Say and the part that some of the climatic factors have played in its dissemination. Amer. Ass. Wdw. Sci., Vol. 49.

205. Tower, N. L. — 1906 — An investigation of evolution in Chrysomelid Beetle of Genus *Leptinotarsa*. Carnegie Inst. of Wastr.

206. Tower, N. L. — 1917 — Inheritable modification of the water relation in hibernation of *Leptinotarsa decemlineata* Say. Biol. Bull. Maine Biol. Lab. 33, No. 4.

207. Tower, N. L. — 1918 — The mechanism of evolution in *Leptinotarsa*. Carneg. Instit. Wash.

208. Toahsend, M. — 1926 — The breaking-up of hibernation in the codling-moth larva. Ann. Ent. Soc. Amer. 19, pp. 429–439.

209. Trouvelot, B. — Le Doryphore de la pomme de terre (*Leptinotarsa decemlineata* Say) en Amerique du Nord. Ann. d. Epith. et d. Phytog. Vol. I, 1934–1935, pp. 277–336.

210. Trouvelot, B., Grison, P. — 1946 — Les variations des epoques et intensites des investations doryphoriques en France. C. R. Acad. Agr. XXXI, pp. 149.

211. Trouvelot, B., Grison, P. — 1948 — Caracteres de l'evolution du Doryphore dans la region parisienne. C. R. Acad. Agr. Nr. 17, pp. 1004.

212. Trouvelot, B., Thenard, J. — Remarques sur les éléments des vegetaux contribuant à limiter ou à empêcher la population du *Leptinotarsa decemlineata* Say sur les nombreuses du *Leptinotarsa decemlineata* Say on races végétales. Rev. Path. Veg. Ent. Agric., 18, pp. 277–285, Paris.

213. Turner, N. — 1950 — Counteracting the effect of Benzene Hexachloride on flavor of potatoes. Journ. Econ. Ent. 43, 100.

214. Uhlenhuth, P. — 1948 — Kartoffelkäfer — Forschung und Bekämpfung. Editio Cantor C. M. B. H. Freiburg I. B. R., Aulendorf (Würth).

215. Uszatinskaja, R. S. — 1956 — Niekotoryje fizjologiczeskije i biochimizeskije osobienosti diapauzy i zimniego sna u koloradskiego kartofielnogo żuka. Referat na Konferencji w Moskwie. Streszczenie w zbiorze Akademii Nauk SSSR. Otdielenije Biologiczeskich Nauk. Międzdwiedomstwiennaja metodiczeskaja Komisija po koloradskomu żuku.

216. Wahlen, F. — 1938 — Suisse: Situation doryphorique en 1938. Mon. Inf. Prot. Plantes, 12.

217. Wahlen, F. — 1939 — Bericht über der Kartoffelkäferinvasion in der Schweiz im Jahre 1938. Verk. VII Int. Kongr. Ent. 1938, 4, pp. 2745–2746, Berlin.

218. Way, M. G., Hopkins, B. A. — 1950 — The influence of Photoperiod and temperature on the induction of diapause in *Diateraxia oleracea* L. Exp. Biol. 37, 3–4, pp. 365–376.

219. Weber, H. — 1950 — Auftreten von vollkommen schwarzen Kartoffelkäfern. Pflschutzd. 2, 8, pp. 154–155.

220. Węgorek, W. — 1949 — Obserwacje biologiczne nad stonką ziemniaczaną (*Leptinotarsa decemlineata* Say) w roku 1948 w Irenie koło Dębłina. Pol. Pismo Entom. T. XIX, z. 3–4, pp. 208–212.

221. Węgorek, W. — 1953 — Dwuchloroetan jako środek do dezynsekcji gleby. Roczniki Nauk Rolniczych, T. 66-A-2, pp. 165–176.

222. Węgorek, W. — 1955 — Badania nad wpływem długości dnia i jakości pożywienia na biologię stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Po-stępy Nauk Rolniczych, nr 6.

223. Węgorek, W. — 1956 — Badania nad wiosennym rozlotem stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say) i możliwością koncentracji chrząszczy. Ekologia Polska, Seria A, T. III, nr 9, Warszawa, pp. 247–277.
224. Węgorek, W. — 1957 a — Badania nad biologią i ekologią stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Roczniki Nauk Rolniczych, T. 74-A-2, PWRiL, Warszawa.
225. Węgorek, W. — 1957 b — Badania nad zimowaniem stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say) na tle jej fizjologii. Roczniki Nauk Rolniczych, T. 74-A-2, PWRiL, Warszawa.
226. Węgorek, W. — 1957 c — Wpływ preparatów HCH i chlordanu na rośliny i mikroflorę gleby. Roczniki Nauk Rolniczych, T. 74-A-2, PWRiL, Warszawa, pp. 373–392.
227. Węgorek, W. — 1957 d — Stonka ziemniaczana (*Leptinotarsa decemlineata* Say) na tle biocenozy pól ziemniaczanych. Polskie Pismo Entomologiczne, Seria B, zeszyt 2 (5), nr 3, pp. 31–43.
228. Węgorek, W. — 1957 e — Biocénotische Fragen bei der chemischen Kartoffelkäferbekämpfung. Referat na IV Kongresie Ochrony Roślin w Hamburgu w 1957 roku (w druku).
229. Węgorek, W., Wilusz, Z. — 1959 — Wpływ masowego stosowania trutecz na zoocenozę pól ziemniaczanych. Prace Nauk. Inst. Ochr. Roślin Nr 1.
230. Węgorek, W. — 1959 — Badania nad pośrednim i bezpośrednim wpływem fotoperiodu na rozwój i fizjologię stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Prace Nauk. Inst. Ochrony Roślin Nr 3.
231. Wheeler, M. — 1889 — The embriology of *Blatta germanica* and *Doryphora decemlineata*. Journ. of Morphology, nr. 3.
232. White, G. T. — 1935 — Potato beetle *Septicemia*. Journ. Ap. Agric. Research. Vol. 51, No. 3, pp. 223–234.
233. Wigglesworth, V. B. — 1946 — Insect physiology. Methuens Monogr. on biological subjects. London.
234. De Wilde, J. — 1954 — Aspects of diapause in adult insects with special regard to the Colorado beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say. Arch. Neederland Zool., X, 41-livr., pp. 375–385.
235. De Wilde, J. — 1955 — The significance of the photoperiod for the occurrence of diapause in the adult *Leptinotarsa decemlineata* Say. Reprint from Proc. First Intern. Photobiological Congress.
236. Wiesmann, R. — 1957 — Das Problem der Insectizidresistenz. Anz. für Schädlingskunde, XXX Jahrg. Januar, Heft 1, pp. 2–7.
237. Wilusz, Z. — 1952 — Z badań nad ekologią drobnych ssaków. Kórnik. Zakład Dendrologii i Pomologii, pp. 176–239.
238. Wilusz, Z., Górny, M., Narkiewicz-Jodko, J., Pacanowski, A. — 1956 — Mikromigracje stonki (doniesienie tymczasowe). Postępy Nauk Rolniczych, nr 1.
239. Wilusz, Z. — 1958 — Z badań nad wiosennymi rozlotami stonki ziemniaczanej. Roczniki Nauk Rolniczych, Tom 78. Seria A. Zeszyt 1, pp. 79–94.
240. Wilusz, Z., Górny, M., Narkiewicz-Jodko, J., Pacanowski, A. — 1958 — Dalsze badania nad mikromigracjami stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Roczniki Nauk Rolniczych, T. 78. Seria A. Zeszyt 1, pp. 95–122.
241. Winnig, E. — 1940 — Auftreten und Ausbreitung des Kartoffelkäfers in europäischen Auslande im Jahre 1939. Nachrichtenblatt Deutsch. Pflanzenschutzd.

242. Winnig, E. — 1949 — 50 Jahre Deutsche Pflanzenschutzforschung. Festschrift zum Fünfzigjährigen Bestehen d. Biolog. Zentralanst. F. L. und Forstwirt. in Berlin-Dahlen. Berlin 1949, pp. 112–122.

243. Wołkowa, A. N. — 1959 — Toksyczność' gamma-izomera GHCG dla ciepłokrotnych zwierząt. Trudy Międzynar. Sowieszcz. po izuczeniu koł. żuka i rozrabotkie mier borby s nim. Izdat. Akademii Nauk SSSR w Moswie, pp. 134–138.

244. Zenjakin, L. A., Karpunina, N. N. — 1955 — Izuczenie putiej razsienienia i polotow kołoradskogo żuka (*Leptinotarsa decemlineata* Say) w zawisimosti ot meteorologičeskich faktorow i fizjologičeskogo sostojanija nasiekomogo. Kołoradskij żuk i miery borby s nim. Sbornik I Ak. Nauk SSSR. Moskwa, pp. 60–72.

245. Zwolińska-Sniatałowa, Z. — 1959 — Badania zawartości tokoferoli w liściach ziemniaka i ich wpływu na stonkę ziemniaczaną (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Rocz. Nauk Roln. Tom 80, A. 1, pp. 187–191.

246. Zwolińska-Sniatałowa, Z. — Badania zawartości karotenów w liściach ziemniaków i ich wpływu na stonkę ziemniaczaną (*Leptinotarsa decemlineata* Say). W druku.

W. Węgorek

THE COLORADO BEETLE (*Leptinotarsa decemlineata* Say)

Summary

This paper presents the totality of knowledge concerning the Colorado beetle according to world literature and — in its predominant part — according to researches carried out in the Institute of Plant Protection in Poznań (fig. 1, 2) under the author's direction.

At the beginning the author discusses the systematic position of the Colorado beetle, its determination in different languages and the particularities of its external structure at different stages, illustrating the text with numerous figures (fig. 3–14). Further, the history of the beetle's origin is discussed, according to American entomologists researches. Fig. 15 shows the displacement of the species *Leptinotarsa* in Central America. There, the author gives extensive enlightenment of genetic researches, particularly Tower's and also discusses problem of the melanic forms which were ascertained in Poland too.

In a further part of the paper, the author passes to the invasion of the Colorado beetle, describing first the invasion of America and then of Europe. In the invasion of Europe the author distinguishes 4 accesses for the Colorado beetle's inroad, shown on fig. 16. Each of the accesses of the pest is discussed with exactness up to recent years. The invasion into England has been more broadly discussed because there was a strong resistance of the medium. The difficulty of dominating England con-

sists, according to the author, chiefly in the specific climat conditions of that country. The author indicates, on the example of mass invasions from the sea on the Channel islands, how often this insect makes use of water to widen its conquered space and how often such kinds of invasions take place from the sea. The author closes this chapter by a characteristic of the present state and by a forecast for the following years, foreseeing a further progress of the insect to the East.

In the following chapter the author passes on to the detailed discussion of the invasion of the Colorado beetle in Poland. At the beginning curious items are given on this theme from the years 1875–1878, then the author gives the history of the appearance of the first centres in 1946–1949 (fig. 17). In a number of maps (fig. 18–22) and tables 2–7 the progress of the pest is shown in 1950–1958. The author particularly discusses the invasion of the Colorado beetle in 1950 which was the greatest in the history of the pest.

After this general part, the author passes on to the description of the beetle's biology founded on his own observations. Concerning the spring flight of the beetle out of the earth, the author ascertains that one cannot accept the criteria of the soil temperature only for determining the term of the flight. The soil temperature must be taken jointly with the air temperature and accept the fact that the flight takes place when the soil temperature at a depth of about 20 cm, is maintained at 14° and the average air temperature becomes fixed on a level of 15°C . The term of the chief mass appearance of the insects falls before the germination of potatoes, which is propitious for their dispersion by flight. The micromigrations of the beetles take place in the direction of the nearest potato fields and they take possession of their borders. Distant flights depend on air currents, on the relief of the territory and on the vegetal cover.

The prolificacy of winter females is great and can amount to over 3.000 eggs. In Poland, the highest prolificacy is noted in the middle regions, the lowest — on the sea-shores. The development of the I generation can last the minimum 39 days (incubation 8 days, development of larvae 11 days, pupation 20 days). The development is quickest in Central Poland, slowest at the sea-side. As a rule, in Poland there is one generation, in very warm years and only in some parts of the country there are 2 full generations. It is however a common thing that the larvae of the II generation appear, but they perish before having reached their full development. The intensity of the ravage takes place in Juli.

Descending for hibernation begins in the middle of August, the mass descent takes place at the end of August. This phenomenon is connec-

ted with the diapause which the author describes precisely and analyses. On ground of his own researches and some results from abroad, the author states that photoperiodicity has a great importance for the appearance of the diapause.

The next chapter is dedicated to the ecology of the Colorado beetle. Different abiotic and biotic factors are discussed here, as well as their influence on the beetle. In analyzing the influence of temperature on the development of the pest, the author gives more importance to effective temperatures, while questioning the justness of accepting the sum of effective temperatures as the only basis for forecasting the development of this insect. On fig. 42 and 43 are shown the curves of development in connection with effective temperatures. At the end the author comes to the conclusion that one cannot use for calculating averages of many days, or even averages of 24 hours, which can form themselves below the physiological zero ($11,5^{\circ}$), as in particular hours of the day there can exist active temperatures permitting development. On basis of the system of temperatures in Poland, the author has elaborated maps (fig. 44, 45 and 46) giving a picture of the sums of actual temperatures in Poland, it results from them that there are regions in our country where 2 generations of the beetle can develop.

Discussing the influence of the soil on the beetle, the author presents the results of his researches, namely: the lowest mortality of the Colorado beetle during winter takes place in moderately compact soils (table 13). Excess of dampness in the soil during pupation has a reducing influence on the prolificacy of hatched females.

The influence of light on the Colorado beetle is widely discussed on ground of the author's own researches. It results from them that photoperiodicity is decisive for the beetles' activity, their prolificacy and hibernation. One can say, as a rule, that in a long day the insects are active, the females lay many eggs and their organism is subject to exhaustion, which leads to a high mortality during hibernation. In a short day the diapause takes place. These conditions are decisive for the number of generations and for the growth of the population of the pest.

The author examines food as an ecological factor from the point of view of alimential plants and their fitness for the Colorado beetle. In table 15 are given the results of the author's own researches carried out on 69 kinds and varieties of plant of the *Solanaceae* family. The author is more widely occupied with the influence of the quality of the nourishment on the beetles' physiology, ascertaining that this influence is expressively distinct, but that it does not depend on the contents of lipoids in leaves, as is accepted by Łarczenko, but that it is rather

vitamins, the specificity of proteins and also the quantitative composition of fatty acids that are important here.

Examining the role of parasites, animals of prey and diseases on the population of Colorado beetles, the author gives an extensive review of useful species, stating, however, that their role is rather limited and examines the problem of the biological control of the beetle on ground of its medium, i.e. a potato field. In the light of his own researches, the author comes to the conclusion that the resistance of the medium is weak because of the paucity of the fauna on potato fields.

In the next chapter the author discusses the economical importance of the Colorado beetle in Poland. It results from Table 18 that Poland possesses the greatest surfaces of culture of this plant. The role of the Colorado beetle in Poland is quite different from the one in most countries already dominated by this pest, as the potato takes a much greater part in people's nourishments, in animal breeding or in industry. We are therefore more interested in controlling this insect. Its harmfulness is greatest when the ravage takes place earlier. At the end of this chapter the data of Poland's participation in international committees for the control of the Colorado beetle are given.

The last chapter is dedicated to the control of the pest. After a historical outline of the development of methods of control, the author passes on to the newest attainments of chemical, agrotechnical and biological control.

Examining chemical methods, the author discusses the importance and efficiency of different insecticides applied for the control of the beetle on plants and in the soil. The author gives more attention to the question of the pest's sensibility to poisons depending on its physiological conditions. The fundamental material serving as proof on this subject is contained in Table 23. According to those researches, the author ascertains that together with the growth of lipid content in the insect's body, its resistance to insecticides grows too.

After considering the role of chemical control, the author studies the problem of the insect's resistance to poisons. In the light of researches still in progress it results that insects slightly poisoned by DDT, have, after recovery, a higher prolificacy. In connection with the application of chemical products, the author discusses the technique from the oldest apparatus to the newest aeroplane, atomizers and apparatus for spreading aerosols.

Describing the role of agrotechnical treatment, the author studies the problem of controlling self-sowing plant seed as a concealed place for the pest's propagation, the application of trap belts for catching the insects on their emergence from the earth in spring and of breeding

resistant varieties of potatoes. The author points to the necessity of drawing greater attention to the breeding of resistant varieties, but not exclusively on ground of the content of toxical glucoalcaloids in leaves, but of other features, such as hairiness of leaves, a strong regeneration or valuable nourishment for the pest resulting from a different quantitative composition of vitamins, proteins or fats.

Finally, the biological control is discussed from the point of view of its practical adaptation. The author points to the role of some predatory animals which usefulness has been ascertained in Poland. These are the *Coccinellidae* and the *Broscus cephalotes*. As to birds, the author mentions the starling which last year for the first time proved to be an exterminator of beetles in natural conditions. Fungus diseases promise better results. *Beauveria* has given good results in the control of larvae and beetles.

At the end of the chapter discussing methods of control, the author presents the technique for the extermination of centres of the Colorado beetle in Poland, stressing its combined character and positive results. On ground of the results of research work one can be assured that the Colorado beetle will not cause losses to agriculture on condition that scientific results will be closely and exactly applied in the field.

Венгорек В.

КОЛОРАДСКИЙ ЖУК (*LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* SAY.)

РЕЗЮМЕ

В работе представлены имеющиеся сведения о колорадском жуке, на основании мировой литературы, а главным образом собственных исследований проведенных в Институте Защиты Растений в Познани под руководством автора (рис. 1 и 2).

Во вступительной части автор обсуждает систематическое положение колорадского жука и его названия на разных языках, а также подробности наружного строения отдельных стадий, иллюстрируя текст множеством рисунков (рис. 3—14). В дальнейшем автором представлена история происхождения колорадского жука, на основании работ американских энтомологов. Перемещения рода *Leptinotarsa* в Средней Америке видны на рис. 15. Автором подробно обсуждаются генетические работы, преимущественно Тоуэра и проблема меланистических форм обнаруженных также в Польше.

В следующей части описана агрессия колорадского жука в Америке и Европе. Автор отличает 4 направления агрессии (рис. 16), причем каждое направление подробно описано до последних лет. Наиболее подробно представлена агрессия в Англии, в виду наблюдаемого в этой части сильного сопротивления среды. Трудность захвата территории Англии жуком связана по мнению автора главным образом со спецификой климата этой страны. На примере массовой инвазии с моря на острова в Канале Ляманш автор показывает как часто жук пользуется водой для расширения ареала распространения и как часты такого рода инвазии жуков „с моря“.

Эта глава оканчивается характеристикой существующего положения и прогнозом на следующие годы, причем автор предвидит дальнейшее продвижение жука на восток. В следующей главе подробно обсуждается агрессия жука в Польше. Автор обсуждает любопытные случаи связанные с этой темой в 1875 и 1878 годах, подробно опи-

сывает возникновение первых очагов в 1946-1949 гг. (рис. 17) и наступление вредителя в период 1950-1958 (рис. 18—22, табл. 2—7). Обширно представлена агрессия жука в 1950 г., наиболее значительная в истории этого вредителя.

После общей части, автор переходит к описанию биологии вредителя основываясь на собственных исследованиях. Относительно весеннего вылета жуков из почвы, автор утверждает, что нельзя связывать сроков вылета только с температурой почвы. Температуру почвы надо рассматривать вместе с температурой воздуха, вылет жуков из почвы наступает после того как температура почвы на глубине 14 см доходит до 20°, а средняя температура воздуха держится на уровне 15°. Появление главной массы жуков происходит перед всходом картофеля, что способствует перелетам. Микромиграции жуков совершаются по направлению к ближайшим плантациям картофеля, причем жуки занимают края плантации. Дальние перелеты связаны с воздушными течениями, рельефом местности и с растительностью. Плодовитость перезимовавших самая высокая и может достигать до 3.000 яиц и больше. В Польше самая большая плодовитость наблюдается в средней части, а самая меньшая в приморских частях страны. Период развития первого поколения продолжается минимум 39 дней (инкубация 8 дней, развитие личинок 11 дней, окукливание 20 дней). Самое быстрое развитие происходит в средней части Польши, самое медленное около моря. В основном в Польше выступает одно поколение. Однако самым частым является выступление личинок второй генерации, не достигающих полного развития. Второе поколение выступает в слабой степени. Наиболее интенсивное питание жуков наблюдается в июле.

Уход на зимовку жуков начинается с половины августа, а массовый уход наступает в конце августа. Это связано с диапаузой подробно определяемой и анализируемой автором. На основании собственных исследований и результатов некоторых иностранных работ автор устанавливает большое значение фотопериодизма для возникновения диапаузы.

Следующая глава посвящена экологии жука. Рассмотрены абиотические и биотические факторы и их влияние на развитие жука. Анализируя влияние температуры на развитие вредителя автор уделяет большое внимание эффективным температурам, оспаривая правильность применения суммы эффективных температур как существенного критерия для прогноза развития этого вредителя. Представлены кривые развития связанные с эффективными температурами (рис. 42 и 43). Автор заключает, что нельзя применять для вычислений средние температуры за несколько дней и даже среднесуточные темпе-

ратуры, которые бывают ниже порога развития (11.5) так как в отдельные часы дня могут существовать эффективные температуры, способствующие развитию. Представленные карты (рис. 44, 45 и 46) распределения эффективных температур в стране указывают на возможность развития 2 генераций жуков в некоторых частях Польши. Обсуждая влияние почвы на колорадского жука, автор приводит результаты исследований, указывающих на наименьшую смертность жуков во время зимовки в почвах средне-плотных (таб. 13). Слишком большое количество влаги в почве в период окукливания уменьшает плодовитость появляющихся самок.

Влияние света на колорадского жука представлено подробно, на основании собственных исследований указывающих на ведущие значения фотопериода для активности, плодовитости и зимовки жуков. Можно сделать общее заключение, что длинный день способствует большей активности, самки откладывают большее количество яиц, организм их истощается, что приводит к большой смертности в зимний период. Эти зависимости определяют количество генераций и нарастание численности вредителя.

Пищу как экологический фактор рассматривает автор с точки зрения пригодности кормовых растений для колорадского жука. В табл. 15 приведены результаты собственных работ, проводившихся на 69 растениях семейства паслёновых. Подробно обсуждается автором влияние качества пищи на физиологию колорадского жука, указывая ясно выраженную зависимость, он объясняет это не содержанием липидов, как Ларченко, но содержанием витаминов, спецификой белков или количественным содержанием жирowych кислот.

Обсуждая влияние паразитов, хищников и болезней на популяцию колорадского жука, автор дает обширный обзор полезных видов животных, утверждая однако, что роль их ограничена. Вопрос биологической борьбы с колорадским жуком рассматривается автором на фоне среды, какой является картофельное поле. На основании собственных наблюдений автор приходит к заключению, что сопротивление оказываемое средой является незначительным вследствие бедности фауны картофельного поля.

В следующей главе автор указывает на хозяйственное значение колорадского жука в Польше. Поскольку Польша имеет наибольшую площадь занятую картофелем (табл. 18), значение колорадского жука для нее совсем иное чем в большинстве занятых им стран, так как картофель играет гораздо большую роль, равно в питании населения, как в животноводстве и промышленности. Поэтому интерес вызываемый этим вредителем в Польше очень велик.

Самый большой вред причиняемый жуком происходит при раннем

и сильном повреждении картофеля. В конце главы представлено участие Польши в Международных Комиссиях по борьбе с колорадским жуком. Последняя глава посвящена борьбе с этим вредителем. После исторического обзора методов борьбы, представлены последние достижения химических, агротехнических и биологических методов. Рассматривается эффективность разных инсектицидов применяемых на растения и в почву. Большое внимание уделяет автор вопросу устойчивости жуков к ядохимикатам в зависимости от их физиологического состояния. Основной материал по этому вопросу приведен в табл. 23. Автор доказывает, что увеличение количества липоидов в теле жуков способствует росту их устойчивости к инсектицидам. Результаты незаконченных еще работ указывают на повышение плодовитости у жуков выживших после отравления ДДТ.

В связи с применением химических средств, представлена техника борьбы, начиная от первых приспособлений до последних самолетных и наземных атомизаторов и аэрозольных аппаратов.

Представляя значение агротехнических мероприятий автор занимается вопросом борьбы с самосевами, являющимися скрытыми местобитаниями вредителя, применением ловчих посевов картофеля, для сбора жуков после весеннего выхода из почвы, а также выведением устойчивых сортов картофеля. Автор указывает на необходимость обращения большего внимания на выведение устойчивых сортов, но не только путем повышения содержания в листьях гликоалколоидов, но и др. показателей как опушенность листьев, сильной регенерации, а также кормовой неполноценности для вредителя, в связи с иным качественным и количественным содержанием витаминов, белков и жиров.

Биологическая борьба рассматривается с точки зрения ее практического применения. Автор обращает внимание на роль некоторых хищников, имеющих практическое значение в Польше, а именно *Coccinellidae* и *Brosicus cephalothae*. Из птиц указывается на скворца, истребляющего первый раз в текущем году жуков в естественных условиях. Значительные перспективы имеют грибные болезни. Хорошие результаты получены с *Beauveria* в борьбе с личинками и имаго жуков.

В конце главы представлена техника ликвидации очагов в Польше, причем подчеркнут ее комплексный характер и положительные результаты.

Результаты проведенных исследований создают уверенность, что колорадский жук не причинит экономического убытка сельскому хозяйству, но с условием что результаты науки будут точно и верно применены в практике.

Перечень таблиц

- Табл. 1. Количество очагов колорадского жука в СССР.
 Табл. 2. Локализация очагов колорадского жука обнаруженных в Польше в 1947 г.
 Табл. 3. Список очагов колорадского жука в 1948 г.
 Табл. 4. Список очагов колорадского жука в 1949 г.
 Табл. 5. Нарастание количества громад (общин) охваченных колорадским жуком в 1950 г.
 Табл. 6. Количество очагов колорадского жука в Польше в 1946—1958 гг.
 Табл. 7. Количество зараженных местностей и обнаруженных очагов в отдельных во-
 еводствах в 1957 и 1958 гг.
 Табл. 8. Выход колорадских жуков на фоне фенологических явлений картофеля.
 Табл. 9. Средняя плодовитость самок в разных районах Польши.
 Табл. 10. Определения и средние величины личиночных стадий и подстадий.
 Табл. 11. Количество корма съеденного в отдельных личиночных стадиях.
 Табл. 12. Биохимические изменения тела колорадского жука в зависимости от воз-
 раста.
 Табл. 13. Зимняя смертность жуков.
 Табл. 14. Биохимический состав тела жуков.
 Табл. 15. Пригодность разных растений из семейства *Solanaceae* для личинок коло-
 радского жука.
 Табл. 16. Биохимический анализ ботвы картофеля культивированного в разных дли-
 нах дня.
 Табл. 17. Плодовитость 100 самок кормленных листьями картофеля культивированно-
 го в разных длинах дня.
 Табл. 18. Поверхность культур картофеля и издержки на борьбу с колорадским жу-
 ком в разных странах в 1957 г.
 Табл. 19. Убытки в урожае картофеля вследствие уничтожения зеленой массы у раз-
 новидности Дар.
 Табл. 20. Влияние применения разных ядов на урожай картофеля (по Миченеру).
 Табл. 21. Смертность личинок колорадского жука после применения разных препа-
 ратов.
 Табл. 22. Борьба с колорадским жуком в почве с помощью разных препаратов.
 Табл. 23. Процент смертности жуков опрысканных ДДТ (Гесарол).

Перечень рисунков

- Рис. 1. Отделение по исследованию колорадского жука Института защиты растений
 в Познани. Вид инсектариум и теплицы (Фот. Шуберт).
 Рис. 2. Внутренний вид инсектариум с культурой колорадского жука в Институте за-
 щиты растений в Познани (Фот. Шуберт).

- Рис. 3. Яйцо колорадского жука коротко перед вылуплением (видны черные бугорки по бокам туловища личинки) (Фот. Шуберт).
- Рис. 4. Яйцекладка колорадского жука (Фот. Шуберт).
- Рис. 5. Молодая личинка с шипами для прорывания яичной оболочки (по Ерми-Сарингеру).
- Рис. 6. Личинки колорадского жука в четырех стадиях развития (Фот. Шуберт).
- Рис. 7. Линька личинки (Фот. Шуберт).
- Рис. 8. Величина головки личинок колорадского жука в разных стадиях развития (по Ерми-Сарингеру).
- Рис. 9. Куколка колорадского жука: вид со стороны брюшка (а), сбоку (b) и спинки (с) (Фот. Шуберт).
- Рис. 10. Изменчивость в размерах тела колорадских жуков (Фот. Шуберт).
- Рис. 11. Ротовой аппарат колорадского жука: *Lbr* — верхняя губа, *Md* — верхние челюсти, *Mx* — нижние челюсти, *Lbi* — нижняя губа (ориг.).
- Рис. 12. Изменчивость рисунков переднеспинки жука (по Ерми-Сарингеру).
- Рис. 13. Изменчивость окраски перепончатых крыльев по мере их старения. Светлая окраска обозначает красный цвет (по Ерми-Сарингеру).
- Рис. 14. Самец (слева) и самка (справа), у самца видна на последнем стерните лунка, которой у самки не имеется (Фот. Шуберт).
- Рис. 15. Первоначальное размещение колорадского жука и родственных видов в Америке. *D* — колорадский жук, *Leptinotarsa juncta*, *I* — *L. intermedia*, *M* — *L. multitaeniata* (по Трувелю).
- Рис. 16. Пути вторжения колорадского жука в Европу. I — южный путь, II — альпийский путь, III — средиземноморской путь, IV — средне-европейский путь (ориг.).
- Рис. 17. Очаги колорадского жука в Польше в 1946—1949 гг. (ориг.).
- Рис. 18. Очаги колорадского жука в Польше в 1950 г. (ориг.).
- Рис. 19. Очаги колорадского жука в Польше в 1951 г. (ориг.).
- Рис. 20. Очаги колорадского жука в Польше в 1952 г. (ориг.).
- Рис. 21. Очаги колорадского жука в Польше в 1953 г. (ориг.).
- Рис. 22. Очаги колорадского жука в Польше в 1954 г. (ориг.).
- Рис. 23. Кривая выхода жуков из почвы (непрерывная линия), в связи с температурой почвы (линия с перерывами) и температурой воздуха (линия с перерывами и пунктиром) (ориг.).
- Рис. 24. Жуки во время спаривания (Фот. Шуберт).
- Рис. 25. Плодовитость зимующих жуков в 1953 г. в Познани (линия с перерывами), в Пшине (пунктирная линия) и в Щецине (непрерывная линия) (ориг.).
- Рис. 26. Плодовитость зимующих жуков в 1954 г. в Познани, Пшине и Щецине. (Обозначения те же, что на рис. 25) (ориг.).
- Рис. 27. Ход развития колорадского жука в Познани в 1953 и 1954 гг. (ориг.).
- Рис. 28. Ход развития колорадского жука в Пшине в 1953 и 1954 гг. (ориг.).
- Рис. 29. Ход развития колорадского жука в Щецине в 1953 и 1954 гг. (ориг.).
- Рис. 30. Свежевылупленные личинки (Фот. Шуберт).
- Рис. 31. Питание молодых личинок на верхушках ботвы (Фот. Шуберт).
- Рис. 32. Кривая интенсивности питания личинок колорадского жука (по Миксевичу).
- Рис. 33. Питание старших личинок (Фот. Шуберт).
- Рис. 34. Объединенные стебли картофеля (Фот. Шуберт).
- Рис. 35. Вбурывание взрослых личинок в почву (Фот. Шуберт).

- Рис. 36. Личинка колорадского жука в кукольной колыбельке (а) и куколка (b) (Фот. Шуберт).
- Рис. 37. Молодой жук только что покинувший кукольную оболочку в почве (Фот. Шуберт).
- Рис. 38. Число генераций колорадского жука в Северной Америке в зависимости от температуры (по Трувело).
- Рис. 39. Плодовитость летних жуков в Познани, Пшине и Щецине в 1953 и 1954 гг. (Обозначения те же, что на рис. 25) (ориг.).
- Рис. 40. Уход летних жуков на зимовку в почву, линия с перерывами — самки не кладущие яиц, линия с перерывами и пунктиром — самки, непрерывная линия — самки кладущие яйца (ориг.).
- Рис. 41. Уход разных генераций жуков на зимовку: I — летние жуки, II — зимующие жуки, III — осенние жуки.
- Рис. 42. Развитие колорадского жука на фоне сумм эффективных температур вычисленных на основе средних суточных температур в 1955 и 1956 гг. (ориг.).
- Рис. 43. Развитие колорадского жука на фоне сумм эффективных температур вычисленных на основе средних дневных температур в 1955 г. (ориг.).
- Рис. 44. Распределение сумм эффективных температур в Польше в 1953 г. (ориг.).
- Рис. 45. Распределение сумм эффективных температур в Польше в 1954 г. (ориг.).
- Рис. 46. Распределение сумм эффективных температур в Польше вычисленных на основе многолетних температур (ориг.).
- Рис. 47. Кривые изменений содержания липоида и протеина в листьях картофеля (ориг.).



